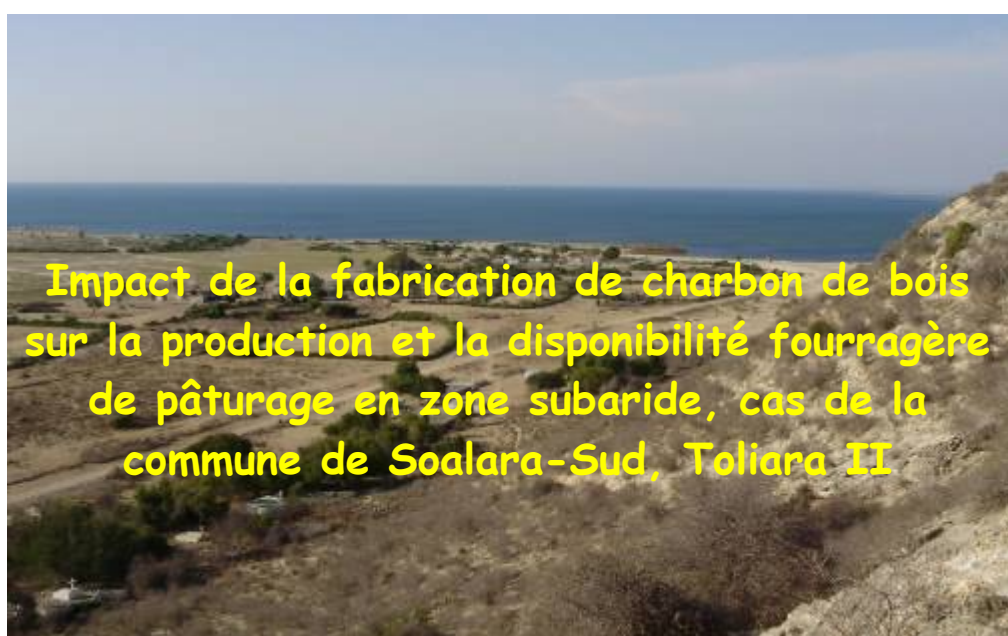


PROJET Q909



RAPPORT FINAL

RAOLIARIVELO L.I.B.

RABENIALA R.

MASEZAMANA H.N.

ANDRIANARISOA J.H.

RANDRIAMALALA R.J.

Mars 2010

SOMMAIRE

SOMMAIRE	i
LISTE DES CARTES.....	iii
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	iii
LISTE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.....	iv
LISTE DES ANNEXES.....	iv
1. INTRODUCTION	1
2. SITE D’ETUDE.....	1
2.1. Climat et sols	2
2.2. Végétation.....	3
2.3. Société et Milieu humains	3
3. METHODES	9
3.1. Etude de la filière charbon.....	9
3.2. Etude de la végétation.....	10
3.2.1. Identification des sites de fabrication de charbon.....	10
3.2.2. Caractérisation floristique des sites de fabrication de charbon.....	12
3.2.3. Mesure de la biomasse et de la phytomasse comestible	15
3.2.4. Traitements numériques des données	17
4. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	18
4.1. La filière charbon.....	18
4.1.1. Généralité.....	18
4.1.2. La filière charbon.....	19
4.1.3. Quantité produite	23
4.1.4. Structure de prix	24
4.1.5. Place du revenu du charbon au niveau des ménages	25
4.1.6. Atouts et contraintes de la filière charbon	26

4.2. Effets de la fabrication de charbon sur le fourré épineux	27
4.2.1. Structure, diversité et régénération	27
4.2.2. Production, productivité et disponibilité fourragère des fourrés	29
4.3. Recommandations et pistes de gestion	32
4.3.1 Au niveau local	32
4.3.2. Au niveau régional et national.....	35
5. CONCLUSION.....	36
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36
7. ANNEXE	39
RESUME	56

LISTE DES CARTES

Carte 1. Localisation du site d'étude	2
Carte 2. Localisation des placeaux d'étude et des sites de production de charbon.....	13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Organisation administrative au niveau de la commune.....	5
Tableau II. Distance de chaque quartier par rapport au chef lieu de commune.....	5
Tableau III. Répartition de la population par quartier (2006).....	6
Tableau IV. Les puits dans la commune de Soalara	7
Tableau V. Situation générale de l'enseignement dans la commune de Soalara.....	7
Tableau VI. La situation du secteur santé dans la commune de Soalara	8
Tableau VII. Les organismes et projets intervenants dans la zone	8
Tableau VIII. Les associations existantes au niveau de la commune	9
Tableau IX. Répartition des placeaux d'étude.....	13
Tableau X. Stratégie des producteurs des charbonniers à Soalara.....	22
Tableau XI. Calendrier d'activité de charbon.....	22
Tableau XII. Stratégies des transporteurs de charbon à Soalara.....	23
Tableau XIII. Stratégie des collecteurs de charbon à Soalara	23
Tableau XIV. Quantité annuelle de charbon commercialisée par les 47 ménages fabricant le charbon de bois	24
Tableau XV. Les structures des prix en 2009.....	25
Tableau XVI. Atout et contraintes de la filière charbon dans le terroir de Soalara.....	27
Tableau XVII. Paramètres de diversité et de structure de la végétation.....	27
Tableau XVIII. Paramètres de diversité et de structure associés aux individus de régénération.....	29
Tableau XIX. Productivités de la végétation des sites de fabrication de charbon	30
Tableau XX. Productivité du site de production actuel et quantité maximale de charbon	31
Tableau XXI. Productivité et durée d'exploitation maximale des espèces charbonnières	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Diagramme ombrothermique	3
Figure 2. Dispositif de relevé floristique	14
Figure 3. Schématisation de la filière de charbon de Soalara.....	20
Figure 4. Evolution mensuelle du nombre de ménage fabriquant le charbon en 2009.....	24
Figure 5. Revenu moyen annuel des ménages enquêtés à Soalara en 2009	26
Figure 6. Biomasse aérienne (a) et phytomasse comestible (b) dans les sites de fabrication de charbon	29

LISTE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Planche photographique 1. Vues générales de la partie en bas de versant du terroir considéré	10
Planche photographique 2. Les sites de fabrication de charbon	12
Planche photographique 3. Pesage de la biomasse	15
Planche photographique 4. Cernes de trois échantillons de bois	16
Planche photographique 5. Agencement des troncs dans un four à charbon.....	18
Planche photographique 6. Une charrette, le moyen de transport terrestre le plus utilisé dans le terroir (a) ; une vue d'ensemble du port d'embarquement de Soalara (b) ; des pirogues à balancier (c)	21

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Données climatiques de la station de Toliara (moyenne des 30 dernières années)	39
Annexe 2. Questionnaire d'enquêtes	40
Annexe 3. Caractéristiques des systèmes de production	43
Annexe 4. Revenus issus du charbon	45
Annexe 5. Paramètres de diversité et de structure (individus semenciers).....	48
Annexe 6. Paramètres de diversité et de structure (individus de régénération).....	49
Annexe 7. Biomasse et phytomasse comestible	50
Annexe 8. Productivité et nombre de cernes	52
Annexe 9. Production et productivité en tronc et branche propices à la fabrication de charbon.....	54

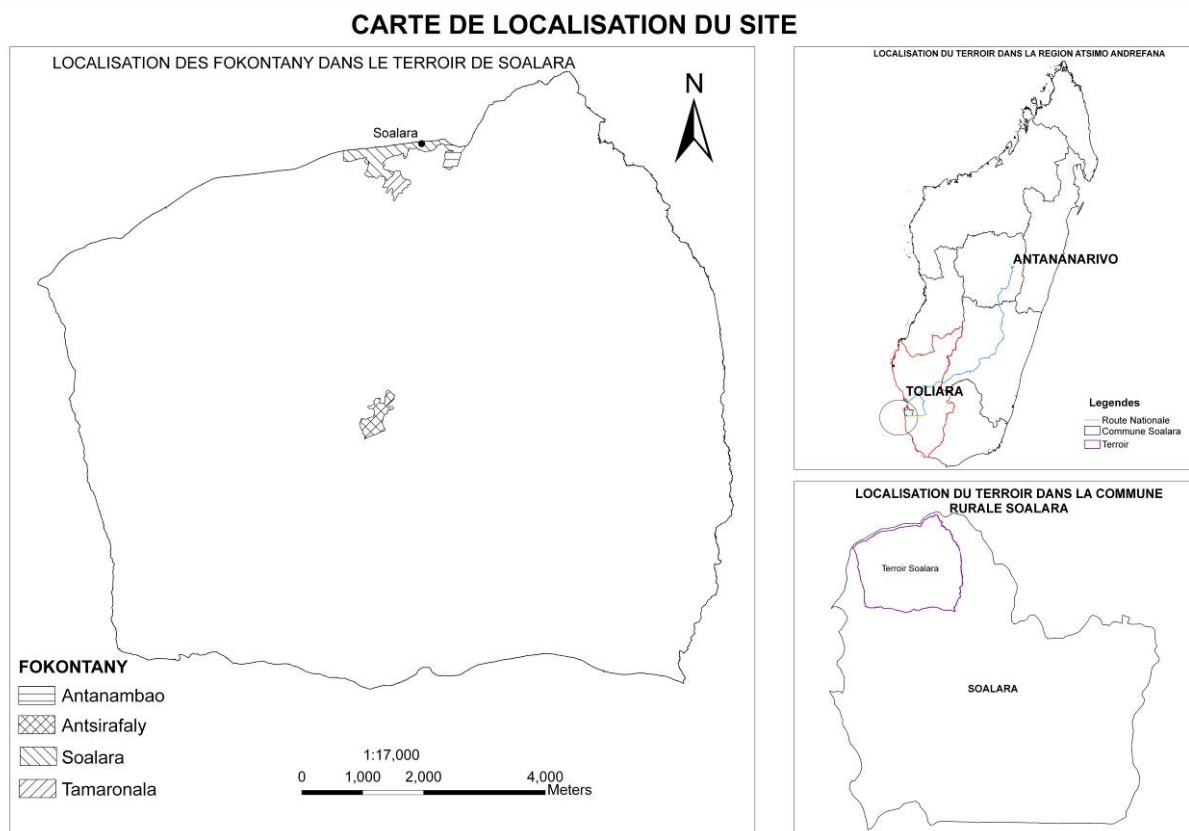
1. INTRODUCTION

Soalara Sud, dans le district de Toliara II, est l'une des communes du sud de Madagascar où se pratique l'élevage extensif de petits ruminants (Rabeniala *et al.*, 2009). Les fourrages naturels forment l'essentiel de l'alimentation des bestiaux. Les difficultés économiques de ces 10 dernières années, dues essentiellement à la sécheresse et à l'insuffisance des récoltes y consécutive, ont poussé beaucoup de gens à pratiquer la fabrication de charbon de bois. Cette activité détruit les arbres et arbustes dont les feuilles, les fruits et/ou les fleurs forment l'essentiel des fourrages naturels pour les petits ruminants en saison sèche (environ neuf mois/12 ; Rabeniala *et al.*, 2009). De plus, elle risque de causer une dégradation irréversible de la végétation des pâturages et aboutir à la désertification du milieu. Cependant, c'est une activité génératrice de revenu et présente de ce fait un avantage socio-économique indéniable. De plus l'écoulement de ce produit ne pose pas de problème puisque le charbon de bois est le combustible le plus utilisé par les ménages malagasy à cause de son faible coût par rapport aux autres sources d'énergie (Ramaromiharintsoa, 2005 ; Van Der Plas, 2006) et le besoin en ce combustible augmente avec la population selon les prévisions (GISC, 2009). D'où la nécessité d'étudier l'importance réelle de la filière charbon et d'évaluer les effets de cette activité sur la végétation des pâturages (diversité, production et disponibilité fourragère). Ce projet permettra d'apprécier l'effectivité et les limites d'éventuelle multifonctionnalité des pâturages du site d'étude et de répondre à la question : dans quelle mesure peut-on produire du charbon et ne pas mettre en péril l'élevage extensif de petits ruminants? Les objectifs de cette étude sont donc : (1) la description de la filière charbon dans le terroir de Soalara, (2) l'identification des effets des activités de fabrication de charbon de bois sur la végétation des pâturages et (3) l'estimation de la quantité maximale de charbon pouvant être produite sans causer sa dégradation irréversible. Le plan suivant va être adopté pour atteindre ces objectifs : après une présentation du site d'étude, une description des méthodes sera effectuée. Ensuite, les résultats correspondants seront présentés avant de terminer avec les recommandations qui seront les bases d'un éventuel plan de gestion du terroir.

2. SITE D'ETUDE

La commune de Soalara Sud appartient au District de Toliara II dans la Région Atsimo Andrefana (entre les latitudes sud 23°36'00'' et 23°40'00'', et entre les longitudes est 43°40'00'' et 43°46'00'' ; carte 1). Le chef lieu de la commune se trouve sur le littoral sud de Madagascar. Elle est limitée, au nord par la commune de Saint Augustin, au nord ouest par la

canal de Mozambique, au sud par la commune rurale de Behelohe, au sud ouest par la commune rurale d'Anakao, à l'est par la commune rurale d'Ankazomanga. Les études ont été menées dans un terroir de la commune de Soalara associé à 2 quartiers que sont Soalara haut et Antsirafaly (cf. carte 1).



Carte 1. Localisation du site d'étude

2.1. Climat et sols

Le climat de la zone d'étude est de type sub-aride avec une température moyenne de 24°C et une précipitation annuelle de 418 mm, moyenne pour les 30 dernières années (station de Toliara, à 25 km au nord ouest de Soalara,). Le diagramme ombrothermique est représenté sur la figure 1, il a été établi avec les données de la station météorologique de Toliara et correspondant à la période 1972-2002 (cf. annexe 1). Elle compare les évolutions respectives de la précipitation et de la température moyenne mensuelle de la même période.

Le diagramme montre une période excédentaire de 3 mois ($P > 2T$; décembre à février) pendant laquelle le sol et la végétation sont arrosés par une pluie représentant plus de 67% de la précipitation moyenne annuelle et une période sèche de 9 mois, de mars à novembre, caractérisée par une précipitation insignifiante.

Les sols du site d'étude sont de nature dunaire et/ou sableux peu évolués et de nature calcaire sur affleurement de grès calcaires.

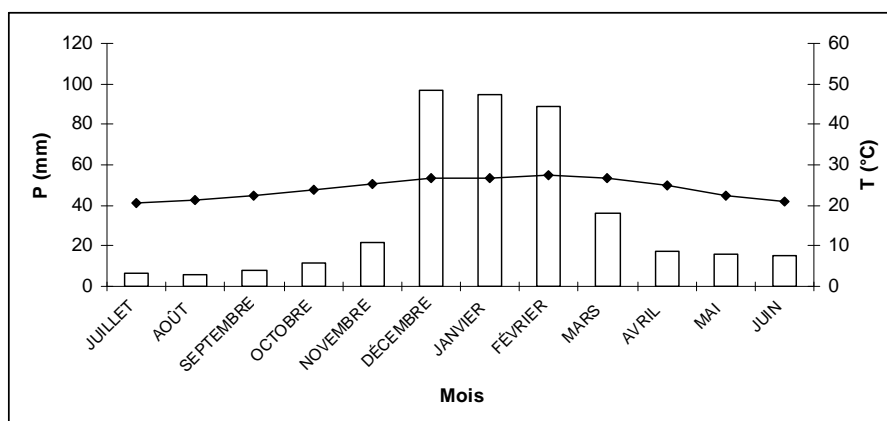


Figure 1. Diagramme ombrothermique

(Source : station météorologique de Toliara ; données des 30 dernières années)

2.2. Végétation

La végétation du site d'étude appartient à l'étage de végétation sub aride, caractérisé par un fourré à *Didieraceae* et à *Euphorbiaceae* (Cornet & Guillomet, 1976). Elle est composée par de hauts fourrés xérophiles, à l'est et de bas fourré xérophile (Razanaka, 1995), à l'ouest, près de la mer.

Les hauts fourrés xérophiles sont caractérisés par une strate supérieure de 5 à 8 m et une strate inférieure discontinue dominée par *Commiphora humbertii* (*Burseraceae*) et par la présence de *C. lamii* et par *Croton* spp. (*Euphorbiaceae* ; Razanaka, 1995).

Les bas fourrés xérophiles présentent une strate supérieure de 3 à 10 m, représentée par *Didierea madagascariensis* (*Didieraceae*), *Grewia grevei* (*Tiliaceae*) et *Albizia* sp. (*Fabaceae*) et une strate inférieure fermée caractérisée par *Cordyla madagascariensis* (*Fabaceae*), *C. humbertii* et *C. simplicifolia* (Razanaka, 1995).

2.3. Société et Milieu humains

Toponymie

La Commune de Soalara sud a été créée depuis la Première République de Madagascar. Historiquement, ce nom vient de l'intrusion d'un gendre chez ses beaux parents. Comme ils ne l'aimaient pas vraiment, ils lui servaient du latex (=laro) d'*Euphorbia* sp. en guise de bienvenue. Le gendre qui a constaté que ce n'était pas du lait, a dit que le village de sa femme a

un bon laro (=latex), ce qui signifie, littéralement, Soalaro. Lors de la pêche, le laro est utilisé pour enivrer les poissons quand il est répandu dans la mer pour faciliter leur capture.

Par la suite, le village a pris le nom de Soalaro. De part un problème phonétique, les colonisateurs français avaient modifié de façon accidentelle Soalaro en Soalara. Au fil des temps, l'appellation est changée en Soalary et, des fois, en Salary par les habitants locaux. Actuellement, la population utilise indifféremment les appellations Soalara ou Soalary ou Salary. Parfois, le nom du village est suivi de "atsimo" pour le distinguer d'une autre localité phonétiquement de même nom qui se trouve sur le littoral au nord de Manombo. Le nom d'origine Soalaro est complètement oublié.

Avant la première République, au temps des colonisateurs français Soalara Sud était un village portuaire pour l'exportation du charbon de terre de la Sakoa. Les ruines des bâtiments administratifs qui servaient de bureau et de logement y sont encore visibles. Quelques personnalités politiques de la Première République sont originaires de Soalara.

Historique du peuplement

La Commune est peuplée en majorité par les Vezo, les Tanalana et les Tandroy. Pour certains chercheurs, les vezo se seraient détachés des groupes sakalava, pour d'autres ils proviendraient de plusieurs micro-migrations issues des plateaux mahafaly et Karimbola, voire même de l'Extrême Sud Est Antanosy.

Les Tanalana (la majorité de la population des villages d'étude) semblent se rattacher à la migration Mahafaly de l'époque Maroserana (XVI-XVIIIème siècle) et probablement à une séparation et/ou rupture avec les anciennes dynasties Mahafaly et Maroserana. Les Tanalana sont des agro - éleveurs mais le contact avec la mer et l'influence des Vezo poussent plusieurs d'entre eux à s'orienter vers la pêche.

Les Antandroy proviennent du plateau Karimbola et/ou du bassin sédimentaire d'Ambovombe-Antanimora-Tsihombe. Ils se sont établis sur la plaine côtière, surtout à l'époque coloniale.

Les Vezo, surtout les jeunes, ont tendance à migrer vers les zones plus poissonneuses pendant une certaine période de l'année. Les Tanalana et les Antandroy sont plutôt sédentaires.

L'administration locale

La commune de Soalara est gérée par un Maire élu par suffrage universel. L'administration est composée de 2 entités dont le service administratif (le maire et ses conseillers) et le service technique incluant les fonctionnaires de l'Etat et le Délégué administratif (représentants de l'Etat). Le tableau I résume l'administration de la commune.

Tableau I. Organisation administrative au niveau de la commune

Services	Entités	Composition
Administration communale	Comité exécutif	Maire, Adjoint au Maire, trésorier, Secrétaire d'Etat Civil
	Conseil communal	Président, Vice Président, Rapporteur, Conseillers
	Chef quartier	08 chefs quartiers
Délégué de l'Etat	Un employé représentant de l'Etat.	
Services techniques	Santé, enseignement	Sage femme, infirmier, Aide sanitaire, Directeur, Enseignants.

Source : Commune rurale de Soalara

La commune est divisée en neuf fokontany ou quartiers dont Soalara Bas, le chef lieu de commune, Soalara Haut, Tanambao, Antsirafaly, Ankaranila, Andranotohoke, Ankilimivony temaromainty, Ankilimivony temarovaly, Ambahivahy (cf. tableau II).

Tableau II. Distance de chaque quartier par rapport au chef lieu de commune

Quartiers	Distances par rapport au chef lieu communal (km)
Soalara Bas	0
Soalara Haut	1
Tanambao	1
Antsirafaly	4
Ankaranila	8
Andranotohoke	22
Ankilimivony temaromainty	24
Ankilimivony Temarovaly	24
Ambahivahy	30

Source : Commune de Soalara ; en gras, les quartiers inclus dans le terroir étudié

Effectif des habitants de la commune

Les dernières données officielles de la commune date de 2006 (7789 habitants). La majorité de la population occupe l'intérieur des terres (les *tanalana*), tandis que les côtes sont occupées par les *vezo* (pêcheurs), les autres ethnies sont minoritaires. Le tableau III montre la répartition par âge, sexe et par quartier, de la population de la commune de Soalara.

Plus de 69% de la population des habitants ont moins de 21 ans (tableau III). Le genre féminin (57%) prédomine sur le masculin (43%). Le quartier de Soalara bas est le plus peuplé et celui d'Ankaranila, le moins dense en population.

Les infrastructures, communications et échanges au niveau de la commune

Voies d'accès

L'accès à la commune de Soalara se fait par voie terrestre et par voie maritime.

L'accès par voie terrestre se fait par un détour de plus de 300 km en partant de Toliara. Le mauvais état de la route limite le déplacement et aucune ligne de taxi brousse ne relie

directement Toliara-Soalara. Ceux qui veulent aller à Soalara doivent utiliser un véhicule tout terrain.

L'accès par voie maritime est le plus utilisé mais reste tributaire de la météo et de l'état de la mer. Le transport se fait en pirogue à balancier de type traditionnel, utilisant le vent comme moyen de propulsion.

Tableau III. Répartition de la population par quartier (2006)

Age (ans)/ Sexe Quartiers	0 à 14		15 à 20		≥21		Total par Quartier
	Féminin	Masculin	Féminin	Masculin	Féminin	Masculin	
Soalara bas	772	764	214	295	285	604	2934
Soalara haut	359	339	269	198	116	176	1457
Andranotohoke	198	227	70	94	87	90	766
Ankilimivony- Tamaromainte	132	135	43	54	61	131	556
Ankilimivony Tamarovaly	100	127	39	82	57	180	585
Antsirafaly	68	68	29	40	43	89	337
Ankaranila	26	32	9	13	19	29	128
Tanambao	53	87	28	26	46	47	287
Ambahivahy	83	127	48	60	98	123	539
Total	1791	1906	749	862	812	1669	7789
Taux	49%		21%		30%		100%

Source Monographie communale 2006

Par contre la commune dispose de voies reliant ses fokontany entre eux. Le déplacement se fait en charrette, le seul moyen de transport adapté à la situation locale.

Il existait autrefois un port réservé pour l'évacuation de charbon de terre de Sakoa mais il n'est plus fonctionnel actuellement.

Le marché

La commune dispose d'un marché qui se trouve dans son chef lieu (Soalara bas) où les gens des quartiers viennent chaque semaine pour vendre leurs produits et pour acheter de quoi ils ont besoins. C'est le seul marché de la commune de Soalara. Sa puissance d'attraction peut atteindre jusqu'à 30 km. Des hangars ont été érigés pour abriter les commerçants contre la chaleur, les négoce concernent surtout la vente et l'achat de produits locaux et de produits de premières nécessités venant de la ville de Toliara.

Infrastructures en eau

Ce domaine connaît d'énormes problèmes dans tous les villages de la commune. La population s'approvisionne en eau de puits (tableau IV) ou à partir des résurgences de sources souterraines. Le traitement de l'eau, pour la rendre potable, est inexistant. Il est à noter que l'eau des puits ou des résurgences est saumâtre. La moitié de ces puits ont été construites par les

organismes de développement tels que le PNUD, l'ONG Aide et Action tandis que le reste l'ont été par la population locale.

Tableau IV. Les puits dans la commune de Soalara

Quartier	Nombre de puits
Soalara Bas	07
Soalara haut	05
Tanambao	06
Antsirafaly	04
Ankaranila	01
Andranotohoke	06
Ankilimivony Temaromainte	06
Ankilimivony Temarovaly	03
Ambahivahy	01
TOTAL	44

Source : Monographie de la commune, 2006

Electrification rurale

Elle est inexistante dans la commune, certains foyers utilisent des groupes électrogènes.

Les communications

La commune ne dispose pas de service postal. Par contre elle est joignable par téléphone mobile (Réseau Orange, Zain et Telma). Cinq stations radios sont bien captées dans la commune dont quatre radios locales et la radio Nationale.

Education

La commune de Soalara dispose de trois écoles primaires et d'un collège d'enseignement général (tableau V). Ces infrastructures ne sont pas réparties équitablement dans l'espace et souffrent d'insuffisance d'enseignants et de salles de classes. Sur les 19 enseignants travaillant dans ces écoles, neuf sont fonctionnaires et le reste, à la charge des parents d'élèves (tableau V). Le taux de scolarisation communal est faible, 23,57% des enfants scolarisables.

Il est à noter que les effectifs des enfants scolarisés indiquent un surplus de filles aussi bien en classe primaire qu'en collège (CEG), cette différence sera expliquée ultérieurement.

Tableau V. Situation générale de l'enseignement dans la commune de Soalara

Etablissement	Effectif des élèves		Effectif des enseignants		Nombre de salle de classe
	Féminin	Masculin	Payé par l'Etat	Payé par les parents d'élèves	
CEG Soalara	50	20	03	03	02
EPP Soalara	200	162	04	05	03
EPP Antsirafaly	54	47	01	01	02
EPP Andranotohoke	65	27	01	01	02
Sous Totaux	369	236	09	10	09
Total Général	605		19		

Source : Commune rurale de Soalara

Santé

La médecine traditionnelle et celle moderne coexistent dans la commune de Soalara, même si la première connaît une forte régression actuellement à cause de la disponibilité d'infrastructures sanitaires et de médicaments synthétiques. Cependant, l'usage de plantes médicinales reste courant pour les maladies bénignes comme les maux de ventre légers, les blessures légères, des entorses, etc.

En ce qui concerne les infrastructures sanitaires, la commune dispose d'un Centre de Santé de base I (CSBI) situé à Ankilimivony, à 24 km du chef lieu de la commune, et d'une maternité (CSBII) à Soalara bas. Un médecin et un paramédical travaillent pour le CSBII et un paramédical pour le CSBI (cf. tableau VI). La commune ne dispose ni de pharmacie ni de centre de chirurgie. L'achat de médicaments se fait au niveau de ces centres de santé. L'évacuation sanitaire des cas les plus graves se fait vers Toliara.

Des Comités Villageois d'Animation (CVA) ont été mis en place dans les quartiers pour sensibiliser les communautés sur la nécessité de la prévention et de la lutte contre les maladies contagieuses telles que les maladies sexuellement transmissibles (MST comme le SIDA).

Tableau VI. La situation du secteur santé dans la commune de Soalara

Etablissement	Personnel de santé	Nombre de consultation mensuel
CSBI	1 paramédical	Non recensé
CSBII	1 médecin et 1 paramédical	429

Source : monographie de la commune de Soalara.

Les institutions de développement

La zone d'étude intéresse les institutions de développement malgré son enclavement apparent. Le tableau VII montre les principales institutions travaillant dans la commune de Soalara ainsi que la nature de leurs activités et leurs stades d'avancement.

Tableau VII. Les organismes et projets intervenants dans la zone

Organismes	Domaine d'intervention	Secteurs	Situation actuelle
DYNATEC MMR	Eau potable Exploitation minière	Adduction d'eau Offre d'emploi dans les carrières	Contact
WWF SAGE	Protection de la forêt et l'environnement	Gelose à Ankaranila Gelose à Andranotohoka	Suivi
FID	Infrastructure	Construction de pavillon Construction de poste avancé de gendarmerie	Effectuée
PSDR	Développement de la pêche*, de l'élevage* et de l'artisanat**	Aides aux pêcheurs traditionnelles Développement des associations des artisans	Effectuées* En cours**

Source : Monographie de la commune de Soalara

Les associations

Les principales associations paysannes dans la commune de Soalara, ainsi que leurs domaines d'intervention et leur situation actuelle figurent dans le tableau VIII.

Ces associations œuvrent principalement pour la gestion durable des ressources naturelles et aident leurs membres dans leurs activités économiques. Elles sont généralement financées par des bailleurs de fonds, initiateurs de la création de l'association, les objectifs généraux étant d'améliorer le niveau de vie des membres et de promouvoir la gestion rationnelle des ressources naturelles. Ces associations sont encore fragiles car leurs membres ne sont pas bien motivés à s'investir de peur qu'on leur débarrasse de leurs terres.

Tableau VIII. Les associations existantes au niveau de la commune

Noms	Initiateur	Domaines d'intervention	Situation actuelle
Mahavonjy	PSDR	Elevage	Insuffisance de financement
Antsaitsaïke	PSDR	Elevage	Insuffisance de financement
Association des piroguiers	Piroguiers locaux	Amélioration des transports reliant Soalara Toliara	En veilleuse
Pêcheurs maritimes	PSDR	Pêche	En collaboration avec des sociétés de collecte à Toliara
Fivesoa	WWF	Gestion de l'environnement	Début de création

Source : Commune de Soalara

Economie

L'enclavement constitue le blocage majeur du développement économique de la commune de Soalara qui ne bénéficie pas encore d'installations d'infrastructures industrielles. En effet, les activités économiques existantes dépendent principalement des ressources disponibles au niveau local. Ainsi, l'agriculture, l'élevage extensif, l'exploitation forestière, et la pêche sont les activités de base de la population locale. D'autres activités telles que les petits commerces, le transport maritime, le tourisme, l'exploitation minière, existent mais elles sont encore en veilleuses.

3. METHODES

3.1. Etude de la filière charbon

Des interviews informels auprès de personnes ressources telles que, les *olobe* (les chefs traditionnels, les anciens), les chefs de quartiers et les responsables communaux ont d'abord été effectués pour avoir un aperçu général et une description globale de la filière charbon dans le site d'étude. Ensuite, des enquêtes formelles auprès des producteurs potentiels de charbon de bois ont été faites. Elles s'effectuaient au niveau des ménages et concernaient entre autre le système de production (les activités productives) et la pratique de la fabrication de charbon

(temps affecté à cette activité, quantité produite et revenu issu du charbon et son affectation). Le questionnaire utilisé figure en annexe 2. Chaque ménage enquêté se caractérise par son indépendance financière, sa faculté de reproduction (ceux qui n'ont pas encore été mariés n'en font pas partie) et son foyer qui abrite toutes les personnes à charge et susceptibles de participer aux activités productives. Cinquante six ménages sur les 342 ont été sélectionnés de façon aléatoire, soit un taux d'échantillonnage d'environ 16%. Enfin, des relevés de prix et des charges auprès des différents agents de la filière ont été faits afin de connaître les revenus issus de la vente de charbon de bois et la structure du marché de charbon de bois.



Planche photographique 1. Vues générales de la partie en bas de versant du terroir considéré

3.2. Etude de la végétation

3.2.1. Identification des sites de fabrication de charbon

Les fourrés du terroir étudié recouvrent deux espaces géographiques distincts (Rabeniala *et al.*, 2009) : ceux en bas de versant à l'ouest où se concentrent les villages et ceux en haut de versant à l'est.

Les fourrés en bas de versant (proche et loin des villages) ont fait l'objet d'intense activité de fabrication de charbon de bois depuis plus de 20 ans. Cependant, elle s'est ralentie et depuis environ 10 ans, peu de gens y produisent encore du charbon car les arbres et arbustes de grande taille et propices à la carbonisation ont pratiquement été décimés par les activités charbonnières passées, surtout dans les sites proches des villages. Aucune partie du bas versant ne peut donc être considérée comme intacte vis-à-vis de la fabrication de charbon même si, l'importance actuelle des fourrés en bas de versant en terme de production de charbon est négligeable. En effet, les longues années d'exploitation les ont épuisées et les gens ont migré vers le haut de versant depuis 2002.

Les fourrés en haut de versant sont actuellement l'objet d'intense activité charbonnière. La quasi-totalité des charbons produits dans le terroir en provient. L'exploitation de ce site est relativement récente (après 2002) et les essences propices à cette activité y sont, aux dires des exploitants, encore plus abondantes. Seule la partie est, plus proches des villages, des fourrés en haut de versant est exploitée pour la fabrication de charbon de bois tandis que son extrême ouest, plus éloignée est encore intacte vis à vis de cette activité (cf. carte 2 *infra*). L'éloignement et le mauvais état des voies d'accès (piste rocailleuses, occasionnant beaucoup plus de dommage aux roues en bois des charrettes) rendent les coûts de transport des sacs de charbon que l'on y produit si élevés qu'ils deviennent prohibitifs (jusqu'à présent). En effet, les charrettes, seul moyen de transport disponible, ne peuvent pas faire le trajet aller-retour en une journée, comme c'est le cas pour les trois autres sites de fabrication de charbon. Seuls, les bûcherons qui coupent des arbres pour la fabrication de pirogue et/ou à la recherche de bois de construction exploitent ce site.

Ainsi, la végétation épineuse du terroir considéré a été subdivisée en quatre zones selon une intensité décroissante des activités charbonnières :

(1) Les fourrés, proches des villages, en haut de versant (FHV), site le plus exploité depuis moins de 10 ans ;

(2) Les fourrés proches des villages en bas de versant (FBV), très dégradés, exploités depuis plus de 20 ans et où la fabrication de charbon de bois a pratiquement cessé (il y a environ 10 ans) pour cause d'insuffisance de biomasse ligneuse. Ces deux premiers sites sont ceux qui présentent les plus fortes densités de fours à charbon abandonnés, ceux de FHV étant les plus récents ;

(3) Les fourrés en bas de versant, loin des villages (FBVL), exploités depuis plus de 20 ans également et où se pratiquent encore des activités résiduelles de fabrication de charbon. L'intensité d'exploitation de ce site est plus faible que celle de FBV à cause de son éloignement relatif (>5 km du port d'embarquement de Soalara) ;

(4) Les fourrés en haut de versant (FHV), loin des villages et pratiquement intacts par rapport à la fabrication de charbon.

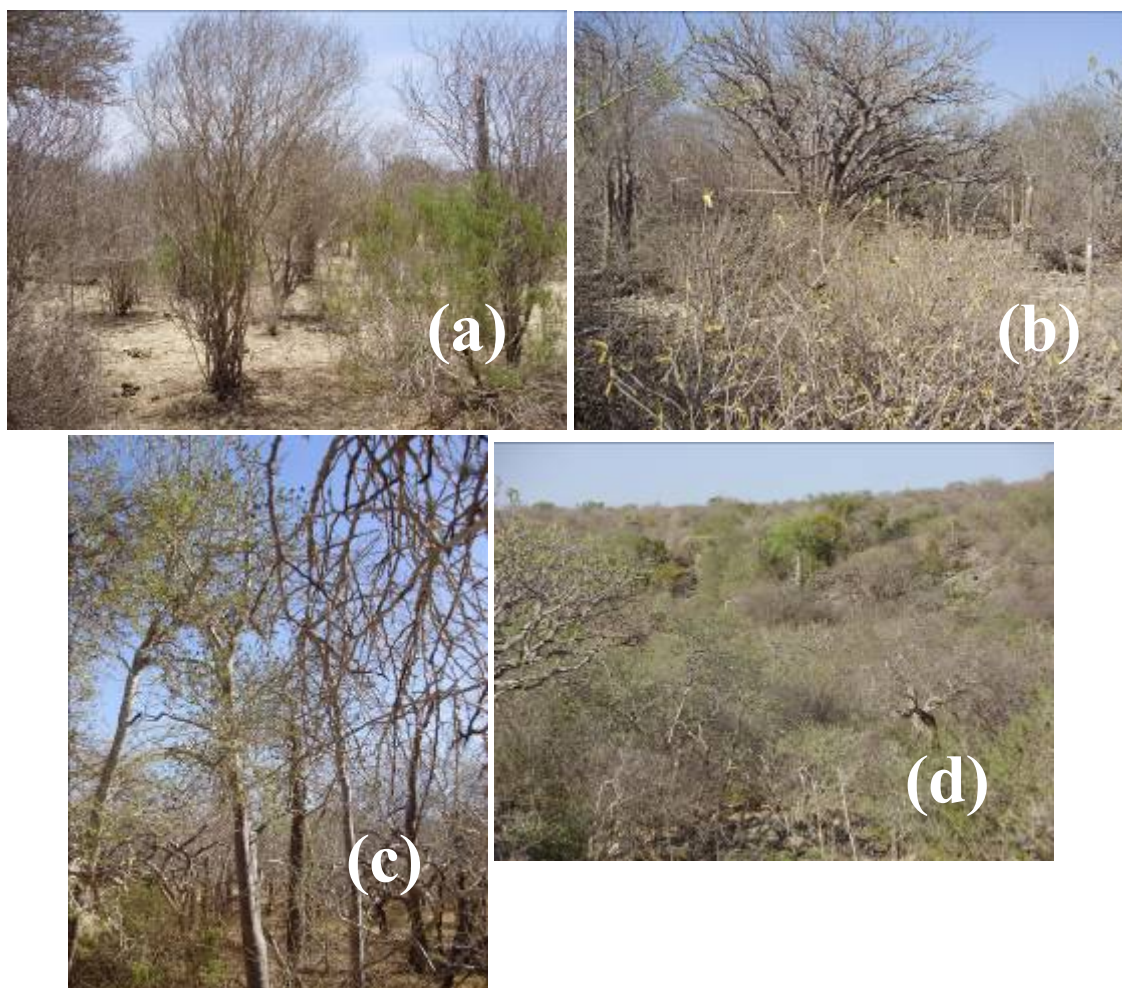


Planche photographique 2. Les sites de fabrication de charbon : proche des villages en bas de versant (FBV ; a) ; proche des village en haut de versant (FHV ; b) ; loin des villages en bas de versant (FHVl ; c) et site quasi-intact en haut de versant, loin des villages (FHVl ; d)

3.2.2. Caractérisation floristique des sites de fabrication de charbon

3.2.2.1 Echantillonnage

La localisation des placeaux représentant les quatre sites de fabrication de charbon, cités *supra*, est représentée sur la carte 2. Pour caractériser la végétation et la production des quatre sites de fabrication de charbon, des placeaux de (20 x 20) m², dont la répartition figure au tableau IX, ont été choisis aléatoirement. Chacun d'eux se trouve dans une zone homogène qui offre à chaque espèce une condition de vie équivalente d'une extrémité à l'autre (Godron *et al.*, 1983). Cette zone se caractérise également par l'uniformité de ses conditions écologiques apparentes, en particulier la pente et le type sol, l'homogénéité de la physionomie de son couvert végétal, et l'homogénéité « apparente » de la composition floristique qui consiste à rencontrer les mêmes espèces quelle que soit la direction qu'on prend à l'intérieur de la zone (Guinochet, 1973).

consiste à inventorier tous les individus de moins de 1,3 m et les lianes jeunes, qui sont les individus de régénération.

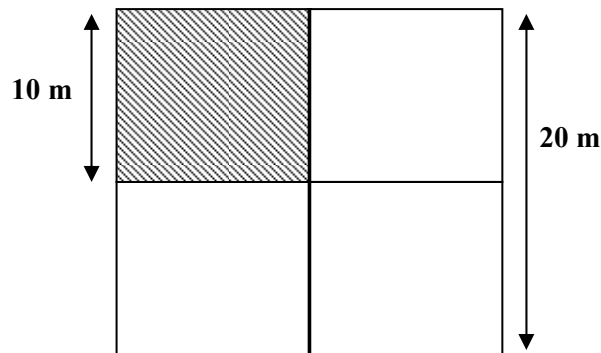


Figure 2. Dispositif de relevé floristique

Les paramètres de relevé dans le plateau ont permis de calculer les indices de diversité et de structure suivants :

- La richesse spécifique ($S.400\ m^{-2}$), qui est le nombre d'espèces dans le plateau ;
- L'indice de régularité R qui est fourni par la relation suivante :

$$R = -\sum (N_i/N) \cdot \log_2(N_i/N) / \log_2 S_{(i=1 \text{ à } S)}$$

Avec, N_i , abondance de l' i -ème espèce ; $N = \sum N_i$, $i=1$ à S , abondance numérique totale d'espèces ; S , richesse spécifique.

L'indice de régularité indique la façon plus ou moins égale ou inégale, selon laquelle les individus, pour un nombre d'espèces donné, se répartissent entre celles-ci (Frontier & Pichod Viale, 1998). R tend vers 0 quand une espèce domine largement le peuplement considéré et sa valeur est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Dajoz, 1996 ; Frontier & Pichod Viale, 1998).

- La densité de lianes ($DI.400\ m^{-2}$), qui peut être considérée comme un indicateur de perturbation. En effet, une végétation primaire présente généralement un spectre biologique plus large et devrait contenir par conséquent plus de lianes que celle qui est secondarisée (Karlowski, 2006) ;

- La densité d'arbres et d'arbustes ($D.400\ m^{-2}$) ;
- La hauteur maximale (Hm en m) ;
- L'abondance d'individus appartenant à des espèces propices à la fabrication de charbon ($Dch.400\ m^{-2}$)

Les placettes de régénération sont également caractérisées par la richesse spécifique ($S'.100\ m^{-2}$), un indice de régularité R' , la densité de jeunes lianes ($DI'.100\ m^{-2}$), la densité

d'individus de régénération d'arbre et d'arbuste ($D'.100\text{ m}^2$) et l'abondance d'individus appartenant à des espèces propices à la fabrication de charbon ($Dch.100\text{ m}^2$).

3.2.3. Mesure de la biomasse et de la phytomasse comestible

La méthode de la coupe systématique a été entreprise pour estimer la production des sites de fabrication de charbon considérés. Elle consistait à délimiter une surface de $(2 \times 2)\text{ m}^2$ à l'intérieur du plateau de relevé et à couper au ras du sol toute la matière végétale à l'intérieur et à les peser. Les troncs de plus de 1cm de diamètre ont été séparés des brindilles de moins de 1cm de diamètre et des feuilles correspondantes. Des échantillons des 2 catégories de matières ont été pesés, mis dans des sacs et séchés à l'étuve à 85° C pendant 24 h pour estimer leur humidité et en déduire la quantité de matière sèche. Trois répétitions aléatoires par plateau ont été effectuées.



Planche photographique 3. Pesage de la biomasse

Les cernes des arbustes à l'intérieur du carré d'échantillonnage ont été comptés. Une rondelle du tronc de l'arbuste considéré a été prélevée à une hauteur d'environ 30 cm, puis ses bouts ont été poncés par des menuisiers jusqu'à ce qu'ils deviennent suffisamment lisses. Le nombre de cernes correspond à l'âge de l'arbuste. La productivité minimale en biomasse aérienne dans le carré de relevé est estimée par la relation suivante :

$$P=BA/nc$$

Avec, P : productivité ($t.ha^{-1}.an^{-1}$) ; BA : biomasse aérienne ($t.ha^{-1}$) et nc : nombre de cernes de l'arbuste le plus âgé dans le carré d'échantillonnage

Cette productivité peut être considérée en terme de matière fraîche (MF) ou sèche (MS). La quantité de biomasse utilisée pour la fabrication de charbon de bois doit être inférieure à la productivité pour éviter une dégradation de l'écosystème correspondant. Cependant, seule une partie des biomasses issues des troncs et branches de plus 1 cm peut servir à fabriquer le charbon. Enfin, une partie des espèces présentes dans le terroir, peut être qualifiée de « charbonnière » (cf. 4.1.1., *infra*). Ainsi, la productivité du fourré considéré, relative à la fabrication de charbon de bois, peut être estimée par la relation suivante :

$$\text{Pch} = \frac{(\text{Dch}/\text{D})\text{BA}_{>1\text{ cm}}}{\text{nc}}$$

Avec, Pch : productivité relative au charbon ($\text{t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) ; $\text{BA}_{>1\text{ cm}}$: biomasse aérienne issue des troncs de plus 1 cm de diamètre (t.ha^{-1}) ; Dch : densité totale d'espèces charbonnières (ha^{-1}) ; D : densité totale d'arbres et d'arbustes (ha^{-1}) et nc : nombre de cernes de l'arbuste le plus âgé dans le carré d'échantillonnage



Planche photographique 4. Cernes de trois échantillons de bois

La quantité maximale de charbon qu'une surface Su du fourré peut produire est donnée par la relation suivante :

$$\text{Qmax} = \text{Pch} \cdot \text{CC} \cdot \text{Su}$$

Qmax : quantité maximale de charbon pouvant être produite (t) ; P : productivité relative au charbon ($\text{t MS.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) ; CC : coefficient de carbonisation (=quantité de charbon/quantité de bois correspondant) ; Su : surface considérée (ha)

Le coefficient de carbonisation pour un four traditionnel au Casamance (Sénégal) est de 0,15 (Coulibaly & Lessard, 1999). Celui, considéré dans cette étude est le coefficient utilisé par Lopez (2004) dans des forêts denses sèches du nord de Madagascar, égal à 1/6 (~0,17).

Des réserves doivent cependant être émises sur la méthode de comptage de cernes car elle est d'une part approximative et d'autre part l'on ignore si les cernes en question sont annuels ou non (aucune donnée préalable ne permet de trancher la question). En effet, ils sont supposés être annuels car la croissance des espèces ligneuses du site d'étude se fait surtout pendant la courte saison de pluie. Cette croissance pourrait être négligeable voire inexistante pendant les périodes de sécheresses prolongées qui deviennent de plus en plus fréquentes. De plus, le fait que les cernes de l'arbuste le plus âgé ait été les seuls à être considérés introduit un biais dans les résultats. Ainsi les productivités calculées peuvent être considérées comme celle minimale.

La phytomasse comestible (Pmc) pour les petits ruminants a également été estimée. Elle est formée par les (1) feuilles et (2) fleurs mortes ainsi que les (3) fruits et (4) graines tombés, les (5) brins d'herbe sèche ou verte (Rabeniala *et al.*, 2009) à l'intérieur du carré de 4 m². Les échantillons correspondants ont été mis dans un autre sac avant de subir le même traitement que la biomasse (étuvage à 85° C pendant 24 h).

3.2.4. Traitements numériques des données

Des Analyses de Variances à un facteur (one way ANOVA), avec une comparaison multiple utilisant les tests de Tukey (SPSS 17) ont été appliquées sur les paramètres de diversité et de structure associés aux individus semenciers (S, R, DI, D, Hm et Dch) tandis que des tests non-paramétriques de Kruskal-Wallis (SPSS 17) l'ont été pour les paramètres biotiques relatifs aux individus de régénération (S', DI', D' et Dch'), pour la biomasse ligneuse totale et pour la phytomasse comestible. Des tests de Kruskal-Wallis (SPSS 17) ont également été effectués pour comparer les biomasses totales (B), les phytomasses comestibles (Pmc) et les productivités ligneuses dans les sites de fabrication de charbon. Le seuil de signification pris en compte pour tous ces tests est $\alpha=0,05$. La valeur P, appelée degré de signification, est la probabilité de rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes alors qu'elle est vraie. Si $P \leq \alpha$, l'hypothèse nulle est rejetée et on conclue à la différence significative d'au moins deux des moyennes en présence.

Les conventions suivantes vont être adoptées pour la signification des tests : (1) ***=Hautement significatif ($P \leq 0,001$) ; (2) **=Significatif ($P \leq 0,01$) ; (3) *=à peine Significatif ($P \leq 0,05$) ; (4) NS : Non-significatif ($P > 0,05$).

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. La filière charbon

4.1.1. Généralité

Par sa proximité géographique et la présence de son fourré épineux, le terroir de et ses environs Soalara sont parmi les localités qui contribuent à l'approvisionnement en charbon de bois de la ville de Toliary. Le charbon est fabriqué dans les fourrés épineux du terroir, puis transportés au village, pour être évacué vers Toliary par voie maritime, l'aire de production de charbon de bois du terroir couvre une superficie d'environ 7285 ha (Rabeniala *et al.*, 2009). La fabrication de charbon dans la commune rurale de Soalara a commencé il y a plus de 20 ans selon le premier adjoint au maire. La quantité de charbon produit a augmenté quand l'exportation vers Toliara s'est intensifiée vers la fin des années 1990 et début des années 2000. Actuellement, la majorité (plus de 90%) de la production est réservée à l'exportation vers Toliara.

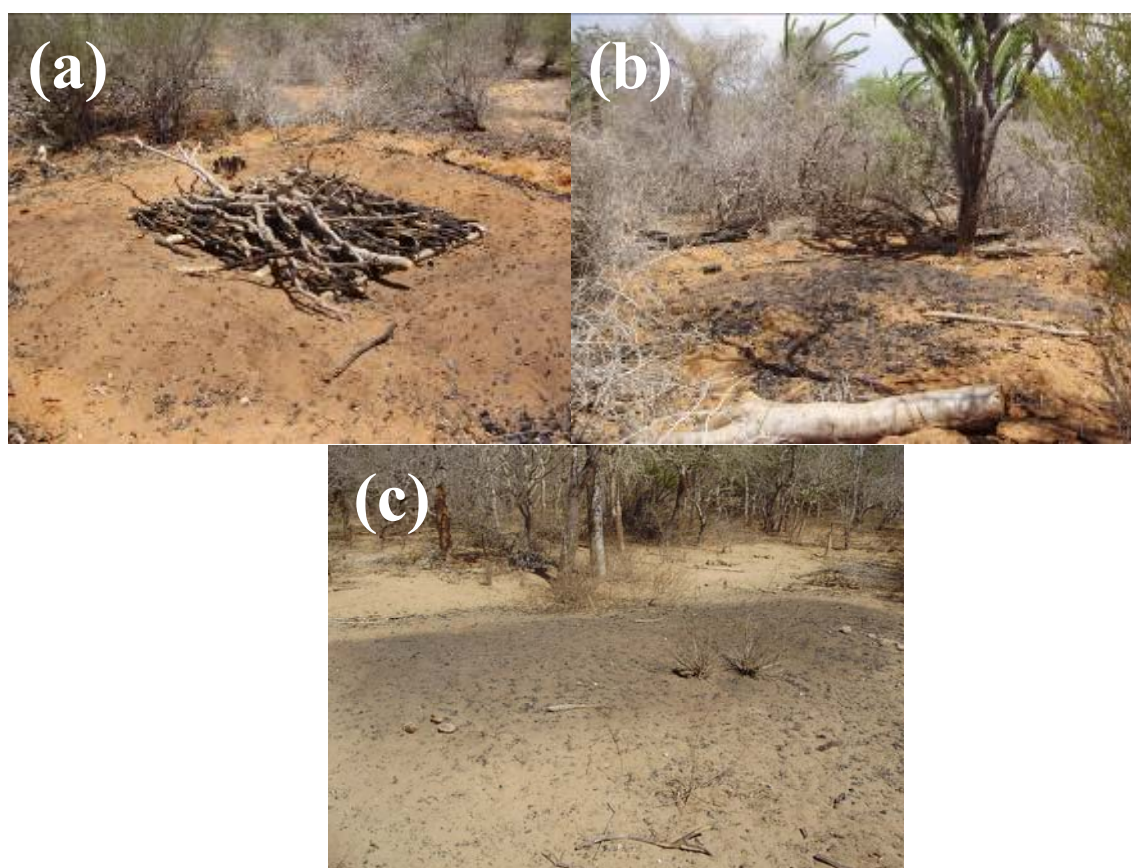


Planche photographique 5. Agencement des troncs dans un four à charbon (a) ; four à charbon fraîchement abandonné en haut de versant (b) ; ancien four à charbon en bas de versant (c)

La fabrication de charbon de bois commence par la coupe des bois qui se fait au moins une semaine avant leur mise au four. Les troncs et branches de plus de 1cm de diamètre sont séparés des brindilles de taille plus petite qui servent à allumer le four. Ce dernier consiste en

un trou d'environ 80 cm de profondeur, 300 cm de long et 200 cm de large où sont rangés les bois découpés qui sont placés suivant la largeur du trou, les plus gros en haut et les plus petits en profondeur pour faciliter l'allumage et la combustion initiale. Ce trou se trouve au milieu de l'endroit où les bois ont été coupés. Ensuite, le tout est recouvert avec des débris végétaux pour empêcher les miettes de terre de s'infiltrer à l'intérieur du four. La durée de la cuisson d'un four à charbon est d'environ sept à 10 jours.

Tous les bois du fourré ne sont pas propices à la fabrication du charbon. Seuls les arbres et arbustes possédant des bois durs et denses pouvant produire des charbons de bonne qualité (combustion lente et durable et produisant peu de cendre) sont utilisés. Les espèces charbonnières les plus citées par les 56 ménages sont : *handy* (*Neobeguea mahafalensis* ; *Meliaceae*) et *forimbitike* (non identifié ; 27% des enquêtés), *hazomena* (*Securinega perrieri* ; *Euphorbiaceae* ; 18% ; N=56), *katrafay* (*Cedrelopsis grevei* ; *Meliaceae* ; 14% ; N=56), *fatra* (*Terminalia fatrae* ; *Combretaceae* ; 13%), *hazobango* (*Diospyros* sp. ; *Ebenaceae* ; 11%), *roy* (*Acacia* spp. ; *Fabaceae*) et *paky* (*Boscia longifolia* ; *Capparaceae* ; 9%). Certaines espèces comme *hazomena* sont devenues si rares qu'elles n'ont pas été recensées dans les relevés floristiques (cf. *infra*).

4.1.2. La filière charbon

4.1.2.1. Les agents de la filière

La figure 2 résume la structure de la filière charbon et montre les principaux agents qui y sont impliqués.

Les producteurs

Ils assurent la production de charbon de bois dans la forêt. Ces agents sont tous de sexe masculin car le travail¹ de fabrication de charbon est dur depuis le choix des arbres à couper jusqu'à la mise en sac des produits finis. Souvent ils sont deux pour s'entraider dans le travail. Certains producteurs disposent de charrette à bœufs pour transporter leurs produits vers Soalara.

Les transporteurs

La charrette à bœufs est le seul moyen de transport disponible et adapté pour acheminer les sacs de charbon du lieu de fabrication au port d'évacuation vers Toliary. Les transporteurs sont souvent les propriétaires des charrettes, ils assurent l'évacuation de charbon depuis la forêt vers le village. Une charrette peut transporter à la fois, environ 10 à 25 sacs de charbon. Les

¹ Le choix des arbres, la coupe, l'écobuage, le gardiennage et surveillance du feu, la mise en sac ou la préparation du transport

producteurs paient directement le frais de transport au propriétaire de charrette au prix de 500 à 600 Ar le sac suivant les distances.

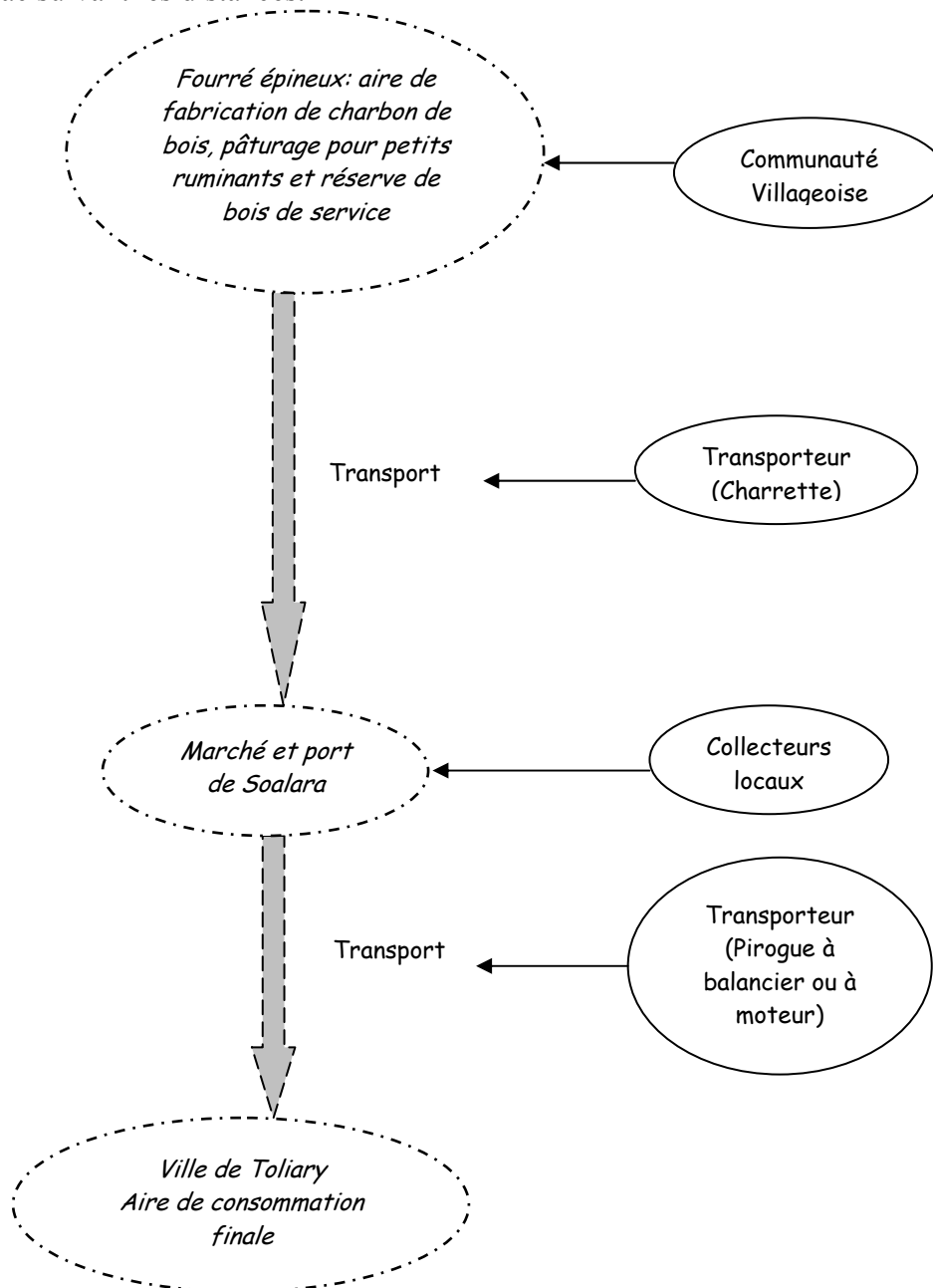


Figure 3. Schématisation de la filière de charbon de Soalara

Les principaux agents de la filière charbon sont :

Les piroguiers assurent l'évacuation de la production vers Toliary. Les pirogues transportent à la fois des voyageurs et des marchandises dont le charbon. Au même titre que le transporteur terrestre, le producteur paye un prix de transport de charbon par unité de sac évacué, évalué à 500 Ar.

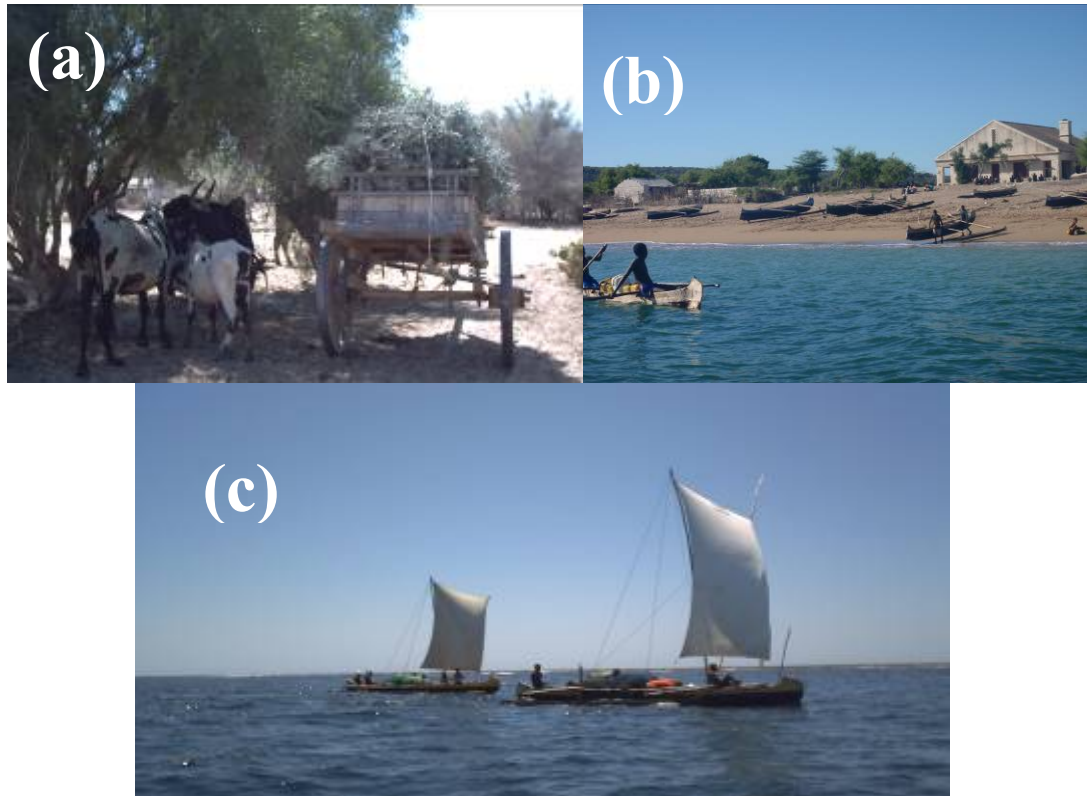


Planche photographique 6. Une charrette, le moyen de transport terrestre le plus utilisé dans le terroir (a) ; une vue d'ensemble du port d'embarquement de Soalara (b) ; des pirogues à balancier (c)

Les collecteurs

Il existe deux types de collecteurs :

- Les simples collecteurs qui achètent le charbon arrivé au village dans le but de le revendre à Toliary
- les collecteurs transporteurs qui achètent à moindre coût le charbon sur le lieu de fabrication, l'acheminent vers le port de Soalara avec leurs charrettes et l'évacuent vers Toliary avec leurs pirogues. En effet, certains d'entre eux possèdent des pirogues à balancier ou à moteur.

Les différents agents de la filière ont leurs stratégies propres pour obtenir le maximum de rendements.

4.1.2.2. Stratégies des agents

Les producteurs

Le tableau X explique les stratégies des producteurs à Soalara. Chez tous les types de producteurs, l'objectif commun est de vendre le maximum et le plus rapidement possible de charbon de bois avec les moindres dépenses pour subvenir aux besoins d'argent.

Tableau X. Stratégie des producteurs des charbonniers à Soalara

Types de producteurs	Caractéristiques	Stratégie	Objectifs
Simple producteurs	Ceux qui fabriquent le charbon dans la forêt	- Assurer au préalable les commandes des collecteurs, et ce sont les collecteurs qui assurent le transport et l'évacuation des produits ; - Vendre du charbon à un prix le plus compétitif sur le marché.	- Eviter les dépenses sur le transport, et percevoir directement le prix des produits aux collecteurs. - Honorer les commandes des collecteurs en terme de quantité.
Producteur transporteur	Fabricants qui disposent de charrette	- Assurer le transport de leurs produits vers les collecteurs locaux ; - Possibilité de trouver les collecteurs qui achètent le charbon à bon prix	Avoir le maximum de bénéfices en écoulant le plus rapidement possible et à bon prix leurs produits
Producteurs exportateurs vers la ville de Toliary	- Fabricants qui évacuent directement leurs produits à Toliara - Connaissent des grossistes en ville qui peuvent assurer l'écoulement de leurs produits. - Personnes ayant des membres de la famille habitant à Toliary (enfants qui y font leurs études ou qui y sont mariés)	Assurer la vente directe des produits vers Toliary sans passer par les intermédiaires ;	- Ravitailler les enfants en ville ; - Avoir de l'argent le plus rapidement possible afin de subvenir aux besoins du foyer

Le tableau XI montre le calendrier d'activité annuelle dans le terroir de Soalara.

Tableau XI. Calendrier d'activité de charbon

Mois	Août	Sept	Oct	Nov	déc	janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil
Activités	Fabrication de charbon associée à l'élevage					Agriculture/élevage				Fabrication de charbon de bois et élevage		

Les activités de charbon de bois se ralentissent pendant environ quatre mois par an. Certains foyers arrêtent de fabriquer de charbon pendant la période des activités agricoles si la pluie tombe. Dans le cas contraire, la fabrication de charbon de bois continue pendant toute l'année.

Les transporteurs

Le tableau XII montre les stratégies des transporteurs. Ces derniers se subdivisent en deux catégories dont les charretiers et les piroguiers. Les premiers assurent les transports depuis le four à charbon vers le village de Soalara tandis que les seconds assurent l'évacuation vers Toliary.

Tableau XII. Stratégies des transporteurs de charbon à Soalara

Types	Caractéristiques	Stratégies	Objectifs
Charretiers	Propriétaire de charrette à boeufs	Fixer le prix de transport à 500 à 600 Ar/	Avoir le maximum de bénéfice en transportant le plus grand nombre de sacs de charbon
Piroguiers	Propriétaire de pirogues à balancier ou à moteur	- Transporter à la fois des voyageurs et des marchandises ; - Honorer les demandes des clients en terme de ponctualité de livraison des produits en utilisant les pirogues à moteurs	Evacuer le maximum de marchandises et de passagers pour maximiser le profit.

Les collecteurs

Deux sortes de collecteurs existent à Soalara : les collecteurs transporteurs et les collecteurs fixes (cf. tableau XIII).

Tableau XIII. Stratégie des collecteurs de charbon à Soalara

Type	Caractéristique	Stratégie	Objectif
Collecteurs transporteurs	Propriétaire de charrette et/ou de pirogue	- Acheter à bas prix le charbon auprès des producteurs ; - Favoriser l'usage des pirogues à balancier car le carburant des pirogues à moteur coûte chers.	Minimiser les coûts de transport pour maximiser les profits
Collecteurs fixes	Petits commerçants de Soalara (épiciers ou gargotiers)	- Ouvrir les points de collecte proches du marché local, principale destination des charbons provenant des sites de production ; - Possibilité de vente en détail - Possibilité de payer à crédit les producteurs ; - Eviter les dépenses de transport du charbon et les ristournes que paient les exportateurs de charbon (ils en paient en leur qualité d'épiciers ou de gargotiers et non en tant que collecteurs de charbon)	Minimiser les charges liées à la collecte du charbon pour maximiser les bénéfices de la revente

Les deux types de collecteurs sont différents par leurs caractéristiques et leurs approches mais ont pour objectif de maximiser leurs gains.

4.1.3. Quantité produite

Les résultats des enquêtes montrent que 47, sur les 56 ménages, pratiquent la fabrication de charbon de bois à Soalara, cinq ont déclaré ne pas pratiquer la fabrication de charbon de bois et quatre n'ont pas donné de réponse claire.

Parmi les 47 ménages pratiquant la fabrication de charbon, 23 s'y consacrent pendant toute l'année, le reste (24) ne la pratique que de façon occasionnelle. La totalité des fabricants de charbon le font actuellement en haut de versant.

Le tableau XIV montre la quantité moyenne annuelle de charbon de bois évacuée vers le petit port de Soalara par les ménages enquêtés.

Tableau XIV. Quantité annuelle de charbon commercialisée par les 47 ménages fabricant le charbon de bois

Unité	Quantité
Nombre de ménages	47
Nombre de fours à charbon	274
Nombre de sacs de charbon vendus en 2009	6716
Nombre moyen de sacs de charbon vendus par mois par ménage en 2009	143

Selon l'enquête, un ménage produit au maximum, 960 sacs, en 2009. Une personne peut s'occuper d'un four par mois. Si la carbonisation est réussie, ce four peut produire 15 à 20 sacs. La production dépend surtout de la disponibilité de mains d'œuvres dans chaque foyer et leur maîtrise des techniques de fabrication. Une extrapolation des résultats d'enquêtes nous permet d'estimer la quantité totale de charbon produit par le terroir, en supposant que les ménages enquêtés sont représentatifs de ceux du terroir (en considérant les populations des quartiers de Soalara haut, Antsirafaly et Tanambao ; cf. Tableau III). Ainsi environ 41 000 sacs de charbon, pesant environ 20 kg chacun, ont été produits en 2009, soit une masse totale de 820 t.

La figure 4 montre l'évolution mensuelle du nombre de ménages fabriquant le charbon en 2009.

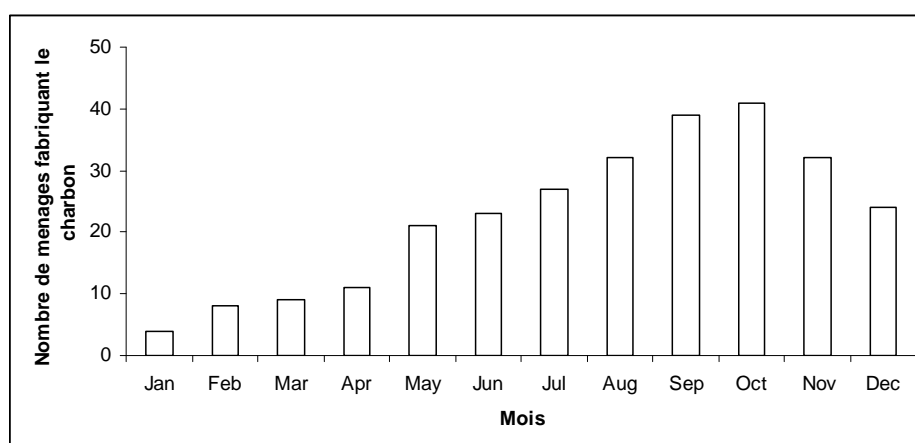


Figure 4. Evolution mensuelle du nombre de ménage fabriquant le charbon en 2009

De janvier à avril 2009, le nombre de fabricant de charbon est le moins nombreux. En effet, c'est une période où les habitants s'occupent des activités agricoles. L'effectif augmente jusqu'au mois d'octobre, apogée de la période de soudure correspondant aux mois les plus secs (mai à novembre).

4.1.4. Structure de prix

Le tableau XV montre les structures des prix du charbon en 2009.

Le prix d'un sac de charbon est en partie déterminé par les collecteurs locaux qui fournissent aux producteurs des sacs vides pour le transport du charbon. La quantité de charbon arrivée au port d'évacuation affecte également son prix : baisse en cas de sur-stockage et

hausse en cas de pénurie. La concurrence et les intempéries, empêchant la navigation vers Toliary et donc l'évacuation des charbons vers cette ville, occasionnent également une baisse du prix du sac.

Tableau XV. Les structures des prix en 2009

Agents	Prix d'achat /unité de sac (Ar)	Prix de vente /unité de sac (Ar)	Prix de transport/unité de sac (Ar)	Ristourne /unité de sac (Ar)
Producteur	0	800 à 1000	500	0
Producteur transporteur	800 à 1000	1500 à 2000	Négligeable	0
Transporteur par charrette	0	0	500	0
Transport par pirogue	0	0	500	100
Collecteurs au village	1000 à 1050	2000 à 2500	0	0
Collecteurs transporteurs	1000	2500	0	0

Une faible partie du charbon est vendue au marché local mais la quasi-totalité de la production (>90%) est évacuée vers Toliary. En effet, la plupart des ménages locaux utilisent les bois de chauffe comme source d'énergie pour la cuisson.

4.1.5. Place du revenu du charbon au niveau des ménages

Etant donné que les habitants du terroir ont comme activité principale l'agriculture et l'élevage (Rabeniala *et al.*, 2009), l'augmentation des besoins et l'insuffisance des revenus des ménages obligent les habitants à chercher d'autres activités pour survivre, comme la pêche² et la fabrication de charbon de bois. Cette dernière devient de plus en plus indispensable pour une majorité de la population car le débouché de ce produit est pratiquement sûr³ et les matières premières utilisées pour la fabrication de charbon existent encore (pour le moment). Une étude comparative des revenus des ménages permet de définir la place de la fabrication du charbon de bois dans l'économie des ménages (figure 5).

D'abord, l'élevage est la première source de revenu des 56 ménages enquêtés (57% du revenu total ; Figure 5). La vente de lait de chèvre et celle de petits ruminants constituent la quasi-totalité des revenus d'élevage (resp. 67% et 33%). Ensuite, le revenu issu du charbon est non négligeable (environ 26% du revenu total ; figure 5), il vient en deuxième position. Enfin, l'agriculture et la pêche apportent une faible contribution aux revenus des ménages enquêtés (resp. 10 et 7% ; Figure 5). La prépondérance de l'élevage de petits ruminants dans l'économie

² L'ethnie Tanalana ne maîtrise pas les techniques de la pêche comme l'ethnie Vezo, mais ils profitent les périodes de basses eaux pour pratiquer la pêche

³ Le charbon de bois de Soalara est destiné vers la ville de Toliary

des ménages est donc confirmée. Le caractère sub-aride du climat ne permet pas la pratique d'une agriculture intensive que la fabrication du charbon supplante peu à peu.

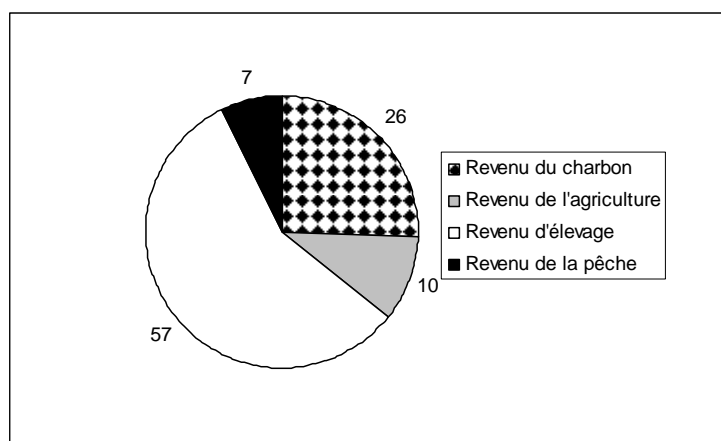


Figure 5. Revenu moyen annuel des ménages enquêtés à Soalara en 2009 (en % de Ar 38 191 200 ; N=56)

La quasi-totalité des revenus issus de la vente de charbon est destinée à l'achat de nourriture et à celui de produits de premières nécessités. La fabrication de charbon est une activité de secours, source de revenu rapide en n'importe quelle période de l'année, c'est pourquoi pratiquement tout le monde la pratique avec plus ou moins de constance.

4. 1.6. Atouts et contraintes de la filière charbon

Les atouts et les contraintes de la filière charbon de bois en rapport avec l'économie de ménage et la gestion des ressources naturelles sont résumés dans le tableau XVI.

Le charbon de bois est une filière qui s'auto organise dans la société, pourtant elle est une filière dynamique. En effet, l'intervention de l'Etat dans l'organisation de la filière (réglementation et contrôle) est quasi-inexistante. La loi de l'offre et de la demande est la seule qui régit vraiment les agents de la filière charbon de Soalara. Cette filière est appelée à se développer dans les années à venir car, au niveau national, la demande en charbon de bois augmentera avec la population (Van Der Plas, 2006 ; GISC, 2009) et la ville de Toliara et ses banlieues ne feront probablement pas exception. De plus, les aléas climatiques (venue incertaine de la pluie) liés au caractère sub-aride du climat du site d'étude, n'incitent pas les populations locales à s'investir beaucoup plus dans l'agriculture, qui devrait produire la quasi-totalité de leur nourriture. En effet, les enquêtes ont montré que les durées moyennes d'autosuffisance alimentaire des 56 ménages sont nettement inférieures à six mois. Ainsi, l'achat de nourriture et d'autres produits de première nécessité occasionne des dépenses importantes que l'argent provenant de l'élevage de petits ruminants n'arrive pas à financer en totalité. D'où la pratique de la fabrication de charbon, générant des revenus relativement

importants en un délai relativement court, qui essaie de combler la défaillance de l'agriculture et les insuffisances de l'élevage.

Tableau XVI. Atout et contraintes de la filière charbon dans le terroir de Soalara

Domaines	Atouts	Contraintes
Du point de vue économique	Source de revenu important pour chaque ménage ; Assure la survie de la population pendant la période de soudure ; Filière créatrice de travail	Prix trop bas du sac de charbon au niveau des producteurs ; Coût de transport élevé par rapport au prix du sac de charbon
Du pont de vu social	Amélioration de la qualité de la vie du ménage par augmentation des revenus ; Diminution des soucis, des chefs de ménages, liés aux problèmes d'insuffisance de revenu	Filière qui s'auto organise, absence d'infrastructure adéquate pour améliorer la filière ; Concurrences entre producteurs qui diminuent le prix de vente aux collecteurs
Du point de vue environnemental	-	Dégradation rapide du fourré, source de bois à charbon ; Risques de désertification rapide

La filière charbon dans le terroir de Soalara présente un bilan socio-économique positif, par contre, son bilan environnemental reste à évaluer.

4.2. Effets de la fabrication de charbon sur le fourré épineux

4.2.1. Structure, diversité et régénération

4.2.1.1. Individus semenciers

Les paramètres de diversité et de structure associés aux individus semenciers de la végétation de fourré du site d'étude figurent dans le tableau XVII.

Les fourrés en bas de versant et proches des villages sont les plus pauvres en espèces. En effet, sa richesse spécifique est significativement inférieure à celles des fourrés en haut de

versant (FHV et FHV). L'indice de régularité associé à ce site de production de charbon est également le plus faible même s'il n'est pas significativement différent de ceux des sites éloignés des villages que ce soit en haut ou en bas de versant (FHV et FBV). Les fourrés en haut de versant, plus proches des villages présentent une densité en lianes significativement plus importante que celles des fourrés en bas de versant. Les fourrés intacts par rapport à la fabrication de charbon sont associés à une densité d'arbres et d'arbustes significativement plus élevée par rapport aux autres sites, par contre, l'abondance d'espèces propices à la fabrication de charbon n'y est pas significativement différente de celles des fourrés en bas de versant.

Tableau XVII. Paramètres de diversité et de structure de la végétation

Sites de fabrication de charbon	Répétition	<i>S</i> (400 m ²)	<i>R</i>	<i>DI</i> (400 m ²)	<i>Hm</i> (m)	<i>D</i> (400 m ²)	<i>Dch</i> (400 m ²)
FBV	10	16A	0,74A	3A	4,80A	84A	66AB
FBVL	11	20AB	0,79AB	3A	5,33A	93A	62AB
FHV	10	25B	0,85B	12B	6,30A	98A	47A
FHVL	10	27B	0,81AB	6AB	6,40A	165B	91B
P		***	*	**	NS	***	*

FBV : fourré en bas de versant proche des villages ; FBVL : fourré en bas de versant loin des villages ; FHV : fourré en haut de versant, proche des villages ; FHVL : fourré en haut de versant, intact par rapport à la fabrication de charbon de bois, loin des villages ; *S* : richesse spécifique ; *R* : indice de régularité ; *DI* : densité de lianes ; *D* : densité ; *Dch* : abondance d'espèces propices à la fabrication de charbon

La pratique de la fabrication de charbon affecte surtout la structure de la végétation. Elle contribue à réduire la densité des espèces ligneuses en général et celle des espèces propices à la fabrication de charbon en particulier. En effet, la densité d'espèces propices à la fabrication de charbon dans le fourré en haut de versant, plus proche des villages et où l'activité charbonnière actuelle (depuis 10 ans) est la plus intense, est significativement plus faible que celle dans les fourrés intacts.

Les 20 années et plus d'exploitation en bas de versant ont contribué à réduire la diversité floristique de la végétation correspondante, surtout celle proche des villages. Plus particulièrement, la faible abondance d'espèces lianescentes indique une sécondarisation et/ou dégradation avancée de cette végétation. Le fourré en haut de versant (FHV) risque de passer par le même stade si les exploitations charbonnières actuelles se poursuivent. Les effets des perturbations passées, liées au charbon de bois, sont persistants.

4.2.1.2. Individus de régénération

Le tableau XVIII montre les paramètres de diversité et de structure associés aux individus de régénération. Les activités charbonnières n'affectent que les nombres d'espèces correspondant aux individus de régénération. La densité de jeunes lianes, celle d'arbres et

d'arbustes à l'état juvénile et celle d'espèces propices à la fabrication de charbon ne sont pas significativement affectées par la pratique de la fabrication de charbon.

Tableau XVIII. Paramètres de diversité et de structure associés aux individus de régénération

Sites de fabrication de charbon	Répétition	S' (100 m ²)	DI' (100 m ²)	D' (100 m ²)	DspCh' (100 m ²)
FBV	10	8AB	5A	45A	32A
FBVL	11	6A	1A	31A	17A
FHV	10	8AB	2A	42A	22A
FHVL	10	9B	1A	28A	13A
P		*	NS	NS	NS

FBV : fourré en bas de versant proche des villages ; FBVL : fourré en bas de versant loin des villages ; FHV : fourré en haut de versant, proche des villages ; FHVL : fourré en haut de versant, intact par rapport à la fabrication de charbon de bois, loin des villages ; S' : richesse spécifique ; DI' : densité de lianes ; D' : densité ; Dch' : abondance d'espèces propices à la fabrication de charbon

Les activités charbonnières ont peu d'impacts sur la régénération de la végétation correspondante, elles affectent surtout la densité et la diversité des individus semenciers.

4.2.2. Production, productivité et disponibilité fourragère des fourrés

4.2.2.1. Production et disponibilité fourragère

La figure 6 montre les biomasses et phytomasse comestibles des quatre sites de fabrication de charbon.

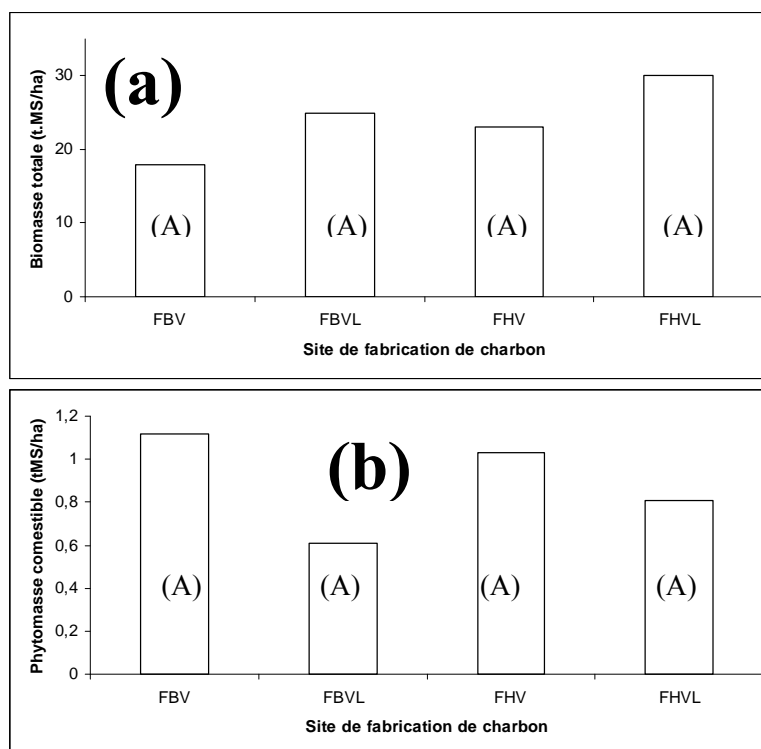


Figure 6. Biomasse aérienne (a) et phytomasse comestible (b) dans les sites de fabrication de charbon

FBV : fourré en bas de versant proche des villages ; FBVL : fourré en bas de versant loin des villages ; FHV : fourré en haut de versant, proche des villages ; FHVL : fourré en haut de versant, intact par rapport à la fabrication de charbon de bois, loin des villages ; Bm : biomasse aérienne totale (tonne de matière sèche.ha⁻¹) ; Pmc : phytomasse comestible (tonne de matière sèche.ha⁻¹).

La biomasse aérienne du fourré intact en haut de versant semble être la plus importante (figure 6a). Cependant, sa différence avec celles des autres sites d'étude n'est pas significative ($P > 0,05$; $N=84$) Cette absence de variation significative de la biomasse ligneuse peut être expliquée par le fait que seule une partie (environ 52%) des espèces ligneuses présentes dans le fourré peut être transformées en charbon, ce qui contribue à préserver le reste. Les quantités de phytomasse comestible des sites de fabrication de charbon ne varient pas de façon significative non plus ($P > 0,05$; $N=96$) même si celles des sites les plus touchés par la fabrication de charbon (FHV et FBV) semblent être plus élevées (figure 6b).

La fabrication de charbon n'affecte pas beaucoup la disponibilité fourragère dans les quatre sites de fabrication de charbon et dans une moindre mesure la biomasse ligneuse totale. Ainsi, sa cohabitation avec l'élevage de petits ruminants ne devrait pas poser de problème si la productivité de l'écosystème de fourré épineux arrive à combler les prélèvements de biomasse y consécutifs.

4.2.2.2. Productivité

Les productivités totales, celles correspondant aux troncs et branches de plus de 1 cm de diamètre et celles associées aux troncs et branche de plus 1 cm de diamètre appartenant aux espèces charbonnières figurent dans le tableau XIX. Les trois types de productivités considérées ne varient pas significativement parmi les quatre sites de fabrication de charbon de bois. Celles des fourrés associés aux activités charbonnières les plus intenses (FBV et FHV) semblent être les plus élevées même si les différences par rapport aux autres sites ne sont pas significatives ($P > 0,05$; $N=51$; tableau XIX). En effet, il est bien connu que, dans les forêts humides, les productivités des formations secondaires sont plus importantes que celles des forêts primaires. En effet, les espèces pionnières qui recouvrent les premières croissent plus vites que les espèces autochtones des secondes.

Tableau XIX. Productivités de la végétation des sites de fabrication de charbon

Site	Répétition	P (tMF.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	P _{>1 cm} (tMF.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	Pch (tMF.ha ⁻¹ .an ⁻¹)
FBV	15	1,40A	1,02A	0,71A
FBVL	9	0,78A	0,64A	0,31A
FHV	12	1,00A	0,77A	0,34A
FHVL	15	0,95A	0,79A	0,34A
P		NS	NS	NS

FBV : fourré en bas de versant proche des villages ; FBVL : fourré en bas de versant loin des villages ; FHV : fourré en haut de versant, proche des villages ; FHVL : fourré en haut de versant, intact par rapport à la fabrication de charbon de bois, loin des villages ; P : productivité totale (tonne de matière fraîche par hectare par an) ; P_{>1 cm} : productivité associée aux troncs et branches de plus de 1 cm (tonne de matière fraîche par hectare par an) ; Pch : P_{>1 cm} pondérée par la densité des espèces charbonnières (tonne de matière fraîche par hectare par an)

Les productivités des écosystèmes des fourrés ne sont pas affectées par les activités de fabrication de charbon.

4.2.2.3. Production maximale de charbon et avenir du fourré épineux

Les fourrés en haut de versant sont les sites actifs actuellement et produisent la quasi-totalité des charbons embarqués à Toliara (cf. 3.2.1 et 4.1.3.). Le tableau XX montre la production maximale de charbon des fourrés en haut de versant.

Tableau XX. Productivité du site de production actuel et quantité maximale de charbon

Site	Su (ha)	Pch (tMF.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	Qmax (t)
HV	3855	0,34	218

HV : haut de versant ; Su : surface (ha) ; Pch : productivité associée aux troncs et branches de plus de 1 cm, pondérée par la densité des espèces charbonnières (tonne de matière fraîche par hectare par an) ; Qmax : quantité maximale de charbon pouvant être produit

Les surfaces de 3855 ha de la végétation considérée ont été estimées par Rabeniala *et al.* (2009). Les fourrés en haut de versant peuvent produire une quantité maximale de 218 t de charbon par an avec une productivité moyenne en bois de plus de un centimètre de diamètre, égale à 0,34 t.ha⁻¹.an⁻¹.

La comparaison de la production maximale avec la production effective est montrée dans le tableau XXI.

Tableau XXI. Productivité et durée d'exploitation maximale des espèces charbonnières

Site	Répétition	Su (ha)	Qmax (t)	Qcp (t)	Bd (t.ha ⁻¹)	Qp (t)	Δd (ans)
HV	20	3855	218	820	16	10 270	17

HV : haut de versant ; Su : surface (ha) ; Qmax : quantité maximale de charbon pouvant être produit par l'écosystème des fourrés ; Qcp : quantité de charbon effectivement produit en 2009 selon enquêtes ; Bd : biomasse ligneuse disponible pour la fabrication de charbon (>1 cm) ; Qp : quantité totale de charbon produit à partir de la biomasse disponible ; Δd : durée de disparition des espèces charbonnières

Les enquêtes couplées avec des observations directes ont permis d'estimer la quantité de charbon produit dans le terroir de Soalara, à environ 820 t (41 000 sacs x 20 kg ; cf. 4.1.3. et tableau XXI). Ainsi l'écart entre la production maximale et effective de charbon est d'environ 600 t. Par conséquent, une perte de biomasse charbonnière (tronc et branche >1 cm appartenant à des espèces propices à la carbonisation) d'environ 3600 t.an⁻¹ se produit si l'on généralise la production en charbon de l'année 2009. Par ailleurs, la biomasse disponible pour la fabrication de charbon en haut de versant (>1 cm) est estimée à 16 t.ha⁻¹ hectare en moyenne, ce qui équivaut à une production maximale de charbon égale à environ 10 270 t (tableau XXI). Par conséquent, une dégradation des fourrés en haut de versant, qui se traduit par l'épuisement de la biomasse charbonnière (>1 cm appartenant aux espèces propices à la fabrication de charbon)

se produirait dans environ 17 ans ($=10\,270/600$) si le rythme d'exploitation actuelle du fourré continue. Autrement dit, la production de charbon en haut de versant cessera comme celle en bas de versant dans, au plus tard 17 ans. Or, avec la croissance démographique qui augmente la demande en combustible (GISC, 2009) et le dérèglement climatique qui rend encore plus aléatoire la venue de la pluie, le recours à la fabrication de charbon pour survivre risque de s'intensifier pendant les années à venir.

Le bilan environnemental des activités de fabrication de charbon de bois est donc négatif et l'exploitation actuelle ne semble pas être durable. L'avenir du fourré épineux du terroir de Soalara est donc incertain si aucune initiative en vue de sa gestion durable n'est prise.

4.3. Recommandations et pistes de gestion

4.3.1 Au niveau local

4. 3.1.1. Professionnalisation des éleveurs de petits ruminants et sensibilisation des populations locales aux méfaits de la fabrication de charbon

L'élevage de petits ruminants est la première activité génératrice de revenu dans le site d'étude (cf. figure 5). Il s'agit d'un élevage de type extensif qui utilise le fourré épineux comme pâturage (Rabeniala *et al.*, 2009). Ainsi, une professionnalisation des éleveurs réduirait fortement l'intensité des activités charbonnières qui contribuent fortement à dégrader le pâturage. Des aménagements de ce dernier s'avèrent donc indispensables. Les recommandations émises par Rabeniala *et al.* (2009) y contribuent fortement. Il s'agit notamment de : (1) rotation et extension de pâturage pour permettre la régénération des zones surpâturées proches des villages, (2) partage des troupeaux en lots pour augmenter le rendement des animaux ciblés qui sont mis dans des pâturages à forte disponibilité fourragère contrairement au reste (femelle en gestation ou en lactation, mâle castrés destinés à la vente, etc.) (3) plantation d'espèces fourragères, (3) conservation des fourrages herbacés, abondants pendant la courte saison de pluie. Ces activités d'aménagement de pâturage pourraient être accompagnées d'une recherche de débouchés réguliers et surs pour les produits d'élevage (lait et viande et/ou animaux vivants).

Enfin, des sensibilisations générales des populations locales sur les méfaits des activités charbonnières, surtout sur ses effets négatifs sur l'élevage de petits ruminants doivent être entreprises pour conscientiser sur les enjeux et la gravité des problèmes en question.

La professionnalisation de l'élevage de petits ruminants est un travail de longue haleine. Le PSDR⁴ a déjà abordé cette question en fournissant des petits ruminants supplémentaires à certaines associations d'éleveurs et en donnant à leurs membres des formations sur les conduites d'élevage. Les résultats des interventions du PSDR dans le site d'étude sont mitigés car elles n'ont pas changé les pratiques des éleveurs et n'ont pas amélioré significativement le rendement en lait et en viande ou la prolificité des animaux. Le caractère contemplatif de ce type d'élevage est le premier blocage à sa professionnalisation. En effet, les petits ruminants sont perçus comme un signe extérieur de richesse et sont considérés comme des épargnes où sont immobilisés les surplus d'argent de l'exploitation. Leurs ventes sont occasionnelles et se font lors d'événements exceptionnels (décès, mariage, pénurie d'aliments pour cause de sécheresse, etc.). Une vulgarisation de l'esprit d'entreprise auprès des éleveurs est un préalable à leur professionnalisation. La diffusion de conduite d'élevage améliorant le rendement et la prolificité des petits ruminants vient ensuite.

4.3.1.2. Restauration du fourré épineux

Les activités charbonnières et les petits ruminants (Rabeniala *et al.*, 2009) sont à l'origine de la dégradation des fourrés du terroir de Soalara. Les premières contribuent à détruire les individus matures et réduisent la densité d'espèces ligneuses, tandis que les seconds déciment en partie la régénération naturelle. L'application des mesures d'aménagement des pâturages citées *supra* (cf. 4.3.1.1) réduirait les impacts négatifs des petits ruminants sur la diversité et la structure des fourrés épineux, mais ne fait pas totalement face aux effets négatifs des activités charbonnières.

La restauration peut s'appuyer sur deux principes :

(1) l'enrichissement en espèces fourragères et charbonnières : les cinq ou six premières espèces charbonnières les plus utilisées doivent faire l'objet de plantation (comme les espèces fourragères). Le nombre de pieds à planter doit être inversement proportionnel à leurs taux de régénération tout en tenant compte de la densité moyenne en individus ligneux dans le site d'étude ;

(2) la stimulation de la régénération naturelle en considérant le phénomène de « nucléation » (Da Silva *et al.*, 1996 ; Carrière *et al.*, 2002 ; Herrera & Garcia, 2009). Le phénomène de la nucléation est l'amélioration de la régénération naturelle autour des arbres isolés due à l'apport de graines par les oiseaux et autres animaux disperseurs de graines qu'ils attirent par leurs propres graines ou par leur offre de perchoir. L'attirance des oiseaux par les arbres isolés et/ou perchoir a été vérifiée en Amérique latine (Da Silva *et al.*, 1996), en Espagne

⁴ PSDR : Programme de Soutien au Développement Rural financé par la Banque Mondiale

(Herrera & Garcia, 2009) et à Madagascar (Martin *et al.*, 2009). Ainsi, la mise en place de perchoirs dans les sites les plus dégradés et leur mise en défens contribueraient à accélérer leur régénération.

Ces activités de restauration pourraient aboutir, à terme, à l'augmentation de la production et de la productivité en biomasse ligneuse et à l'amélioration de la disponibilité fourragère pour les petits ruminants.

La restauration du fourré épineux est rendue difficile par le caractère subaride du climat du site d'étude et la prolifération des petits ruminants. Cependant, les plantations d'espèces fourragères et charbonnières sont réalisables car ces dernières sont adaptées aux conditions climatiques difficiles et certaines d'entre elles font déjà l'objet de plantation autour des villages. Il s'agit notamment de *samata* (*Euphorbia stenoclada* ; Euphorbiaceae), *tsinefo* (*Ziziphus sp.* ; Rhamnaceae) et *fengoka* (*Delonix adansonoides* ; Fabaceae). Les plants mis en terre doivent faire l'objet de protection individuelle ou être placés dans des zones mises en défens.

4.3.1.3. Amélioration du rendement des fours à charbon et réglementation et suivi plus stricts des activités charbonnières

Une amélioration des rendements de four à charbon contribuerait à diminuer le gaspillage de biomasse ligneuse. En effet, le rendement des fours traditionnels (15 à 17 % du bois utilisé ; resp. Koulibaly & Lessard, 1999 et Lopez, 2004) sont faibles. L'emploi de four amélioré peut augmenter ce rendement à plus de 20% (Koulibaly & Lessard, 1999). Ainsi, la conception de four à charbon économique et facile à mettre en œuvre devrait être encouragée. L'amélioration des rendements des fours à charbon est une solution temporaire car elle ne résout que partiellement le problème de la perte de biomasse ligneuse et risque d'encourager encore plus la fabrication de charbon de bois.

Les activités charbonnières dans le terroir de Soalara se font de façon anarchique et ne font pratiquement l'objet d'aucune réglementation de la part des autorités administratives. Ces dernières devraient exercer des activités de contrôle plus rigoureux des sacs de charbon à l'embarquement pour Toliara. Les taxes soutirées aux producteurs et aux collecteurs doivent être doublées ou triplées afin d'augmenter les prix de revient du sac de charbon et limiter sa consommation et stimuler la recherche d'autres sources d'énergie dans les grandes villes. Une régularisation des quantités produites qui ne doivent pas dépasser la productivité des écosystèmes des fourrés épineux doit également être instaurée. Les excédents de production doivent être pénalisés par un surplus de taxe. Les autorités communales, avec les agents de

l'administration forestière et la gendarmerie peuvent être responsables de l'application de cette régulation.

Le contrôle des activités charbonnières est difficile de part l'éloignement relatif des sites de production et de l'insuffisance de ressources humaines dont dispose la commune rurale de Soalara. De plus le maire qui est élu par suffrage universel n'a pas intérêt à promouvoir une augmentation des taxes relatives au charbon qui le rendrait impopulaire.

La combinaison des mesures citées *supra* (professionnalisation des éleveurs, sensibilisation de la population, restauration du fourré épineux, amélioration des rendements de carbonisation et réglementation plus stricte du secteur charbonnier) contribuerait à préserver le capital socio-économique qu'est le fourré épineux et à promouvoir un développement rural dans le site d'étude. Elles sont interdépendantes et doivent être appliquées en même temps pour être efficaces. De plus, elles ne suffisent pas en soit mais doivent s'intégrer à d'autres actions qui se réalisent au niveau régional et/ou national.

4.3.2. Au niveau régional et national

4.3.2.1. Réduction de la demande en charbon

La réduction de la demande en charbon consiste à éviter le gaspillage de charbon et à promouvoir des sources d'énergie de substitution que les ménages malagasy pourraient utiliser. Il peut s'agir de :

(1) Foyers économiques (*fatana mitsisy*), brûlant moins de charbon que les foyers classiques, déjà répandus en ville et utilisés par de nombreux ménages ;

(2) Transformation des charbons de terre pour l'usage domestique, développée par le CNRIT (Centre National de Recherches Industrielle et Technologique) et encore à l'état expérimental et nécessite d'être vulgarisée ;

(3) Foyer à gaz ; son coût est encore prohibitif pour la majorité des ménages ;

La réduction de la demande contribuerait à diminuer l'offre en charbon et donc les pressions sur les forêts.

4.3.2.2. Augmentation de l'offre en charbon : reboisement

Les reboisements d'espèces exotiques et/ou introduites peuvent fournir suffisamment de biomasse à charbon et se substituer totalement aux forêts naturelles. Ainsi, pour réduire la pression sur ces dernières, il est conseillé d'optimiser la valorisation des reboisements existants et d'étendre leur superficie actuelle.

5. CONCLUSION

La fabrication de charbon de bois dans le terroir de Soalara est une activité génératrice de revenus importants pour les populations locales. La filière correspondante présente un bilan socio-économique positif et profite aux différents agents concernés (producteur, transporteur et collecteur). Cependant, sa durabilité est mise en doute par le fait que la production effective dépasse largement la productivité de l'écosystème des fourrés qui au rythme actuel de l'exploitation risque d'être vidé des espèces charbonnières dans moins de 20 ans. En effet, les activités charbonnières contribuent à réduire la richesse spécifique et la densité des arbres et arbustes de la végétation des fourrés épineux du site d'étude. Des mesures de réduction des pressions sur ces derniers (professionnalisation des éleveurs, amélioration des rendements de carbonisation et réglementation et contrôle plus strict de la filière) et d'augmentation de leur production et productivité (restauration) doivent être prises pour éviter cette dégradation irréversible.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Carrière SM., Letourmy P.& McKey DB., 2002b.- Effects of isolated trees in fallows on diversity and structure of forest regrowth in a slash and burning agricultural system in Southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 375-396.

Cornet A. & Guillomet JL., 1976.- *Divisions floristiques et étages de végétation à Madagascar*. Cahier ORSTOM, Série Biologie 9 :35-42.

Coulibaly B. & Lessard J., 1999.- Expérimentations de production de charbon de bois commercial à partir des produits d'éclaircies de plantations de Teck dans la forêt de la Tene. In Nasi R., Amsallem I., Drouineau S. (eds.) « *La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui* », Actes du séminaire Forafri de Libreville, Gabon. Session3.

Da Silva JMC., Uhl C. & Murray G., 1996.- Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology* 10(2): 491-503.

Dajoz R., 1996.- *Précis d'écologie*. Dunod, Paris, 551P.

Frontier S. & Pichod Viale D., 1998.- *Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*. Dunod, Paris, 445p.

GISC, 2009.- *Etude sur la production et la consommation en produits forestiers ligneux à Madagascar*. IRG/USAID, Madagascar, 98p.

Godron M., Daget P., Long G., Sauvage C., Embercer L., Le Floch E., Poissonet J. et Wacquart J.P., 1983.- *Relevé méthodologique de la végétation et du milieu : code et transcription sur cartes perforées*. CNRS, Paris, 281p.

Guinochet M., 1973.- *Phytosociologie*. Collection d'écologie 1, Paris, 227p.

Herrera JM. & Garcia D., 2009.- The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: Being alone is not always so sad. *Biological Conservation* 142: 149–158.

Karlowski U., 2006.- Afromontane old-field vegetation : secondary succession and the return of indigenous species. *African Journal of Ecology* 44: 264-272.

Lopez P., 2004.- *Formes d'exploitation forestière et analyse du potentiel des forêts secondaires sèches, une étude de cas dans le Nord-Ouest de Madagascar*. Programme écologique d'accompagnement pour les régions chaudes (TOEB), Eschborn, 117p.

Martin EM., Ratsimisetra L., Laloë F. & Carrière SM., 2009.- Conservation value for birds of traditionally managed isolated trees in an agricultural landscape of Madagascar. *Biodiversity and Conservation* DOI 10.1007/s10531-009-9671-x.

Rabeniala R., Raoliarivelo L.I.B., Masezamana H.N., Andrianarisoa J.H. & Randriamalala R. J., 2009.- *Gestion de pâturage pour le cheptel de petits ruminants (ovins et caprins) dans une zone semi-aride du district de toliara II*. DERAD/ESAPP-CDE. 84 p.

Ramaromiharintsoa Solange, 2005.-*Etudes des diverses sources d'énergies utilisées pour la cuisson des repas dans quelques quartiers d'Antananarivo en vue de la conservation de notre patrimoine forestier*. Antananarivo, ENS, 52p.

Razanaka S.J., 1995.- *Délimitation des zones de contact des aires semi-arides et sub-arides de la végétation du Sud-Ouest de Madagascar*. Thèse de Doctorat de troisième cycle, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Van Der Plas R., 2006.- *Proposition de Stratégie pour le Bois-Energie dans la Région d'Anosy*. IRG/USAID, Madagascar, 34p.

7. ANNEXE

Annexe 1. Données climatiques de la station de Toliara (moyenne des 30 dernières années)

Mois	P (mm)	T (°C)
Juillet	6,2	20,6
Août	5,6	21,4
Septembre	7,8	22,5
Octobre	11,9	23,9
Novembre	21,7	25,3
Décembre	97	26,7
Janvier	94,7	26,9
Février	88,7	27,4
Mars	35,9	26,8
Avril	17,7	24,9
Mai	15,8	22,5
Juin	14,9	20,8

Annexe 2. Questionnaire d'enquêtes

QUESTIONNAIRE Q 909

1- Village

2- Date

TYPOLOGIE DU MENAGE N*:

3- Fabriquant de charbon : OUI/NON (réponse à encadrer)

Si NON

Aimerez-vous fabriquer du charbon.

Oui : Pourquoi ?

Non: Pourquoi ?

STRUCTURE DU MENAGE

4- Nom du chef de famille :

5- Age

6- Taille du ménage :

7- Ages respectifs et sexe des enfants :

AGE	Moins de 5ans	5 à 10 ans	10 à 15 ans	15ans et plus
Effectif				
Sexe				

8- Nombre d'enfants scolarisés :

9- Coût moyenne de dépenses annuelles par enfant scolarisés

Moins de 2000 Ar	2000 Ar- 10000Ar	10000Ar – 50000Ar	Plus de 50000Ar

10- Origine ethnique de la famille :

11- Activité principale : (ne cochez qu'un seul)

Elevage	Agriculteur	Pêche	Autres

12- Activité secondaire : (ne cochez qu'un seul)

Elevage	Agriculteur	Pêche	Autres

13- Autres activité : (ne cochez qu'un seul)

Elevage	Agriculteur	Pêche	Autres

ACTIVITES ET REVENUS

ELEVAGE

14- Indices de richesse en possession d'animaux

Moins de 10			10 à 50			50 à 100			Plus de 100		
Zébu	Caprin	Ovin	Zébu	Caprin	Ovin	Zébu	Caprin	Ovin	Zébu	Caprin	Ovin

Lait

15- Ventes de lait : OUI/NON (réponse à encadrer)

16- Si OUI : Prix du litre de lait :

Quantité vendue par jour et saison de vente :

Période	Moins de 5litres	Plus de 5 litres
Asara		
Faosa		

Vente des petits ruminants

17- Quantité vendue par an en moyenne et prix

	Caprin	Ovin

Quantité		
Prix moyen		

18- Utilisation des revenus issus de l'élevage :

Aliments	Scolarisation	Investi/Elevage	Investi/Agriculture	Vêtement	Santé	Autres

Autres : à préciser

AGRICULTURE

19- Surface totale cultivée

Moins de 1ha	1 à 5 ha	5 à 10 ha	Plus de 10 ha

20- Revenu annuel issu de la récolte

Culture	Quantité produite	Durée d'autosuffisance	Est-ce que vous vendez ?	Quantité vendue	Montant
Manioc					
Mais					
Patate douce					
Légumineuse					
Plantes rampantes					

21- Utilisation des revenus issus de l'élevage :

Aliments	Scolarisation	Investi/Elevage	Investi/Agriculture	Vêtement	Santé	Autres

Autres : à préciser

22- Les aléas climatiques ayant des impacts sur les récoltes pendant les 5 dernières années.

2005 :

2006 :

2007 :

2008 :

2009 :

PECHE

23- Période de pêche.

24- Revenu annuel provenant de la pêche

Moins de 10 000 Ar	10000 Ar- 50000Ar	50000Ar – 100000Ar	Plus de 100000Ar

25- Utilisation des revenus issus de la pêche

Aliments	Scolarisation	Investi/Elevage	Investi/Agriculture	Vêtement	Santé	Autres

AUTRES

Autres activités que le charbon	Revenu annuel

CHARBON

Producteur

26- Lieu de fabrication : Forêt Haut Versant/Forêt Bas Versant (réponse à encadrer)

27- Début de l'année à partir de laquelle a commencé la fabrication de charbon :

28- Durée principale de fabrication de charbon dans l'année :

Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.

29- Nombre de personnes contribuant à la fabrication de charbon :

30- Nombre de fours réalisés en un mois :

31- Nombre de sacs de charbons produits pour un four :

32- Dépense pour la réalisation de charbons un four :

33- Prix moyen de sac de charbon

	Prix unitaire pour un sac	Prix de transport
Vente sur site de fabrication		
Vente au marché local		
Vente à Toliara		

34- Utilisation des revenus issus du charbon

Aliments	Scolarisation	Investi/Elevage	Investi/Agriculture	Vêtement	Santé	Autres

35- Plantes favorable pour la fabrication de charbon :

36- Plantes préférées par les petits ruminants des plantes mentionnées ci dessus :

Collecteur

37- Nom du collecteur

38- Quantité évacuée par semaine :

39- Prix d'achat, charge et vente

Achat Producteur	Transport à Soalara	Ristourne à Toliara	Transport par pirogue	Impôt à Toliara	Vente à Toliara

Annexe 3. Caractéristiques des systèmes de production

Numéro	Taille totale du ménage	Nombre total de personne 15 a 60	Personne active	Taille du cheptel			Durée d'autosuffisance alimentaire (Mois)					
				Bovin	Caprin	Ovin	Manioc	Patate douce	Mais	Légumineuse	Vamanga	Voatango
1	3	2	1	10 a 50	10 a 50	10 a 50	12	12	12	0	2	2
2	10	7	6	10 a 50	Plus de 100	Plus de 100	5	5	5	0	2	2
3	6	2	1	10 a 50	10 a 50	10 a 50	2	1	2	2	2	2
4	2	2	1	0	0	10 a 50	4	4	4	3	2	2
5	14	7	6	0	10 a 50	10 a 50	5	0	0	0	2	0
6	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	10	3	2	10 a 50	10 a 50	0	0	0	0	0	0	0
8	6	4	3	0	10 a 50	0	0	0	0	0	0	0
9	5	2	1	0	10 a 50	10 a 50	0	0	0	0	0	0
10	10	9	8	10 a 50	50 a 100	10 a 50	0	0	0	0	0	0
11	9	4	3	Moins de 10	10 a 50	Moins de 10	0	0	0	0	0	0
12	7	2	1	0	0	0	8	2	4	7	2	2
13	6	2	1	0	50 a 100	0	8	0	6	8	1	1
14	4	2	1	10 a 50	10 a 50	0	6	2	6	6	1	1
15	4	2	1	0	10 a 50	0	12	0	0	12	3	0
16	6	2	1	0	10 a 50	0	4	3	3	4	2	1
17	4	2	1	0	10 a 50	0	12	2	4	12	2	0
18	2	2	1	0	10 a 50	0	9	0	3	4	1	1
19	4	2	1	0	10 a 50	10 a 50	5	0	5	3	2	2
20	4	2	1	10 a 50	50 a 100	10 a 50	4	0,5	4	5	2	1
21	4	2	1	Moins de 10	10 a 50	10 a 50	9	3	5	9	2	2
22	6	2	1	10 a 50	10 a 50	10 a 50	5	0	6	5	0,5	0,5
23	6	2	1	10 a 50	10 a 50	10 a 50	5	0	3	2	1	1
24	5	2	1	10 a 50	10 a 50	0	12	3	4	6	0	0
25	8	7	6	Moins de 10	10 a 50	Moins de 10	2	3	5	4	2	2

26	5	5	4	0	0	10 a 50	5	2	6	6	1	1
27	12	3	2	Moins de 10	50 a 100	Plus de 100	3	4	3	5	1	1
28	4	2	1	50 a 100	10 a 50	50 a 100	3	3	3	3	1	1
29	7	2	1	Moins de 10	50 a 100	10 a 50	3	3	3	3	1	1
30	11	5	4	Moins de 10	50 a 100	10 a 50	3	3	3	3	2	2
31	2	2	1	50 a 100	10 a 50	50 a 100	0	0	0	3	0	0
32	4	2	1	10 a 50	50 a 100	50 a 100	3	3	3	3	1	1
33	16	9	8	10 a 50	50 a 100	50 a 100	3	0,3	1	0	1	1
34	4	2	1	10 a 50	50 a 100	50 a 100	2,5	0,25	2,5	3	1	1
35	3	2	1	10 a 50	50 a 100	50 a 100	8	3	1	0,75	1	1
36	8	3	2	10 a 50	10 a 50	10 a 50	0	0,5	0	0	1	1
37	8	2	1	10 a 50	Plus de 100	Plus de 100	2	2,5	3	4	1	1
38	17	2	1	10 a 50	Plus de 100	Plus de 100	4	6	6	1	1	1
39	8	4	3	Moins de 10	10 a 50	10 a 50	10	1	1	10	1	1
40	3	2	1	10 a 50	50 a 100	50 a 100	1	5	1	2	1	1
41	3	2	1	0	Moins de 10	0	0	0	0	0	0	0
42	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	5	2	1	Moins de 10	10 a 50	Moins de 10	1	1,5	1	1	0	2
44	3	2	1	0	10 a 50	Moins de 10	3	2	1	0	0	1
45	2	2	1	0	0	0	0	0	3	4	0	1
46	5	2	1	0	10 a 50	0	3	2	0	2	0	1
47	9	7	6	0	10 a 50	10 a 50	12	12	2	6	0	1
48	3	2	1	10 a 50	0	0	5	2	0	5	0	1
49	4	2	1	10 a 50	10 a 50	10 a 50	12	12	4	2	0	0
50	3	2	1	Moins de 10	Moins de 10	Moins de 10	8	1	3	2	0	0
51	7	3	2	10 a 50	Moins de 10	10 a 50	5	1,5	0	2	0	0
52	7	3	2	0	10 a 50	10 a 50	4	2	5	1	0	0
53	12	5	4	0	10 a 50	Moins de 10	6	3	2	7	0	3
54	3	2	1	Moins de 10	10 a 50	10 a 50	4	1	2	2	0	2

55	3	2	1	0	10 a 50	0	3	3	2	3	0	0
56	7	5	4	Moins de 10	10 a 50	10 a 50	5	0	6	12	0	0

Annexe 4. Revenus issus du charbon

Numéro	Quantité produite	Revenu du charbon	Revenu agriculture	Revenu élevage	Revenu pêche	Totaux revenus	Proportion du revenu de charbon	Nombre de mois consacrés à la fabrication du charbon	Fabricant de charbon
1	20	30 000	655 000	352 500	0	1 037 500	2,9	1	Oui
2	0	0	565 000	595 000	0	1 160 000	0,0	0	Non
3	15	67 500	0	188 750	100 000	356 250	18,9	3	Oui
4	16	24 000	22 100	128 000	100 000	274 100	8,8	1	Oui
5	15	90 000	25 000	470 000	100 000	685 000	13,1	4	Oui
6	20	180 000	0	0	10 000	190 000	94,7	6	Oui
7	15	30 000	0	236 000	50 000	316 000	9,5	2	Oui
8	10	30 000	0	191 000	0	221 000	13,6	2	Oui
9	0	0	0	85 000	10 000	95 000	0,0	0	Non
10	15	90 000	0	1 052 500	100 000	1 242 500	7,2	3	Oui
11	20	30 000	0	105 000	100 000	235 000	12,8	1	Oui
12	15	90 000	0	0	100 000	190 000	47,4	4	Oui
13	20	240 000	5 000	1 072 500	0	1 317 500	18,2	8	Oui
14	10	120 000	20 000	346 500	0	486 500	24,7	8	Oui
15	30	180 000	5 000	136 500	100 000	421 500	42,7	4	Oui
16	20	240 000	26 000	556 500	0	822 500	29,2	8	Oui
17	20	240 000	50 000	352 500	100 000	742 500	32,3	8	Oui
18	40	240 000	0	241 500	0	481 500	49,8	4	Oui
19	30	360 000	50 000	136 500	0	546 500	65,9	8	Oui
20	20	240 000	23 500	402 500	0	666 000	36,0	8	Oui
21	30	360 000	80 000	25 000	0	465 000	77,4	8	Oui
22	40	480 000	78 000	452 500	0	1 010 500	47,5	8	Oui
23	20	240 000	3 000	352 500	0	595 500	40,3	8	Oui
24	30	360 000	20 000	136 500	0	516 500	69,7	8	Oui

Numéro	Quantité produite	Revenu du charbon	Revenu agriculture	Revenu élevage	Revenu pêche	Totaux revenus	Proportion du revenu de charbon	Nombre de mois consacrés à la fabrication du charbon	Fabricant de charbon
25	0	0	10 000	136 500	0	146 500	0,0	0	Non
26	0	0	160 000	0	0	160 000	0,0	0	Non
27	0	0	182 000	742 500	100 000	1 024 500	0,0	0	Non
28	0	0	100 000	382 500	0	482 500	0,0	0	Non
29	20	90 000	775 000	1 195 000	100 000	2 160 000	4,2	3	Oui
30	20	72 000	97 600	270 000	100 000	539 600	13,3	2	Oui
31	5	7 500	0	645 000	100 000	752 500	1,0	1	Oui
32	10	14 000	15 000	411 250	100 000	540 250	2,6	1	Oui
33	20	330 000	0	1 072 500	100 000	1 502 500	22,0	11	Oui
34	20	140 000	0	113 750	100 000	353 750	39,6	5	Oui
35	0	0	64 000	407 500	100 000	571 500	0,0	0	Non
36	40	720 000	27 000	330 000	0	1 077 000	66,9	12	Oui
37	20	330 000	350 000	400 000	100 000	1 180 000	28,0	11	Oui
38	10	150 000	390 000	270 000	100 000	910 000	16,5	10	Oui
39	40	240 000	0	54 000	0	294 000	81,6	4	Oui
40	20	30 000	0	1 152 500	0	1 182 500	2,5	10	Oui
41	5	30 000	0	143 750	0	173 750	17,3	4	Oui
42	20	180 000	0	0	100 000	280 000	64,3	6	Oui
43	0	0	0	30 000	100 000	130 000	0,0	0	Non
44	15	90 000	0	225 000	100 000	415 000	21,7	4	Oui
45	0	0	0	20 000	0	20 000	0,0	0	Non
46	15	45 000	0	470 000	50 000	565 000	8,0	2	Oui
47	20	120 000	25 000	490 000	50 000	685 000	17,5	4	Oui
48	20	120 000	30 000	108 000	100 000	358 000	33,5	4	Oui
49	15	202 500	0	627 500	100 000	930 000	21,8	9	Oui
50	15	90 000	5 000	105 000	100 000	300 000	30,0	4	Oui
51	20	120 000	0	500 000	0	620 000	19,4	4	Oui
52	20	360 000	40 000	2 857 500	0	3 257 500	11,1	12	Oui

Numéro	Quantité produite	Revenu du charbon	Revenu agriculture	Revenu élevage	Revenu pêche	Totaux revenus	Proportion du revenu de charbon	Nombre de mois consacrés à la fabrication du charbon	Fabricant de charbon
53	80	1 440 000	14 000	274 000	100 000	1 828 000	78,8	12	Oui
54	20	140 000	30 000	292 500	0	462 500	30,3	7	Oui
55	30	540 000	20 000	150 000	0	710 000	76,1	12	Oui
56	60	180 000	0	225 000	100 000	505 000	35,6	2	Oui

Annexe 5. Paramètres de diversité et de structure (individus semenciers)

Sites	S.400 m ²	R	D.400 m ²	Hm	DI.400 m ²	DspCh.400 m ²
FBV	13	0,86	58	8	0	32
FBV	14	0,70	96	5,5	6	90
FBV	14	0,73	61	3,9	2	25
FBV	14	0,88	56	7	0	36
FBV	19	0,69	72	5	4	55
FBV	18	0,59	98	3	3	85
FBV	9	0,73	76	2,6	2	59
FBV	20	0,70	167	5	9	143
FBV	17	0,87	43	4	1	29
FBV	17	0,62	113	4	4	101
FBVL	17	0,69	107	5,5	4	71
FBVL	23	0,84	94	7	11	56
FBVL	29	0,84	107	6	5	68
FBVL	13	0,89	71	7,1	0	50
FHV	30	0,88	110	5	23	49
FHV	24	0,83	101	6	13	34
FHV	18	0,82	58	6	5	22
FHV	19	0,83	111	9	8	77
FHV	23	0,83	94	7	23	23
FHV	35	0,88	134	8	30	59
FHV	28	0,86	96	6	2	68
FHV	36	0,84	126	6	7	77
FHV	19	0,89	89	4	0	45
FHV	19	0,88	58	6	12	19
FHVL	26	0,85	148	10	24	62
FHVL	24	0,82	140	11,5	6	87
FHVL	37	0,87	210	11	7	105
FHVL	23	0,82	183	6	3	59
FHVL	25	0,76	161	4	2	102
FHVL	18	0,68	148	4	0	94
FHVL	18	0,74	140	4	1	86
FHVL	33	0,89	133	4	11	55
FHVL	33	0,88	165	6	2	99
FHVL	29	0,79	224	3,5	7	163
FBVL	28	0,83	100	4,5	7	51
FBVL	12	0,48	99	3,5	3	84
FBVL	28	0,90	79	5	4	45
FBVL	20	0,80	89	5	0	67
FBVL	17	0,69	114	5	1	88
FBVL	20	0,82	101	4	0	86
FBVL	14	0,89	58	6	0	24

Annexe 6. Paramètres de diversité et de structure (individus de régénération)

Site	S. 100 m ⁻²	D. 100 m ⁻²	DI. 100 m ⁻²	DspCh. 100 m ⁻²
FBV	8	20	0	10
FBV	4	9	0	8
FBV	7	45	0	34
FBV	13	221	1	190
FBV	6	14	0	12
FBV	13	72	41	15
FBV	5	17	2	16
FBV	7	23	1	19
FBV	6	10	0	7
FBV	6	21	0	9
FBVL	2	65	0	30
FBVL	4	22	0	5
FBVL	5	21	0	12
FBVL	7	20	0	20
FBVL	7	29	0	3
FBVL	4	4	0	3
FBVL	16	122	1	59
FBVL	4	8	0	5
FBVL	2	35	0	35
FBVL	7	8	0	5
FBVL	3	6	0	5
FHV	12	84	2	70
FHV	3	3	1	1
FHV	2	44	0	3
FHV	8	23	2	19
FHV	7	14	0	11
FHV	11	31	9	2
FHV	8	13	0	6
FHV	12	43	1	7
FHV	7	144	1	92
FHV	9	21	1	5
FHVL	7	38	1	4
FHVL	7	17	1	13
FHVL	9	16	0	5
FHVL	7	68	0	63
FHVL	6	6	0	3
FHVL	7	10	0	2
FHVL	11	21	1	10
FHVL	8	46	1	1
FHVL	16	16	1	9
FHVL	16	37	0	16

Annexe 7. Biomasse et phytomasse comestible

Sites	Biomasse (t.ha ⁻¹)	Sites	Phytomasse comestible (t.ha ⁻¹)
FBV	27,80	FBV	3,49
FBV	100,78	FBV	2,56
FBV	0,00	FBV	0,13
FBV	0,00	FBV	0,79
FBV	0,00	FBV	0,31
FBV	0,00	FBV	1,12
FBV	15,97	FBV	1,95
FBV	4,76	FBV	1,15
FBV	0,00	FBV	2,52
FBV	27,34	FBV	0,21
FBV	47,05	FBV	1,20
FBV	0,00	FBV	1,32
FBV	11,64	FBV	1,99
FBV	4,28	FBV	0,12
FBV	23,83	FBV	0,65
FBV	0,00	FBV	2,01
FBV	0,00	FBV	0,92
FBV	108,74	FBV	0,33
FBV	8,60	FBV	0,15
FBV	7,50	FBV	0,07
FBV	0,00	FBV	0,63
FBVL	38,81	FBV	1,08
FBVL	0,00	FBVL	1,75
FBVL	0,00	FBVL	0,26
FBVL	71,81	FBVL	2,82
FBVL	0,00	FBVL	0,45
FBVL	0,00	FBVL	0,33
FBVL	76,90	FBVL	0,02
FBVL	0,00	FBVL	0,66
FBVL	0,00	FBVL	1,21
FBVL	2,01	FBVL	0,24
FBVL	26,00	FBVL	0,59
FBVL	0,00	FBVL	0,13
FBVL	45,06	FBVL	0,29
FBVL	2,53	FBVL	1,37
FBVL	71,05	FBVL	0,06
FBVL	2,22	FBVL	0,69
FBVL	31,87	FBVL	0,28
FBVL	3,97	FBVL	0,07
FBVL	70,95	FBVL	0,21
FBVL	88,62	FBVL	0,26
FBVL	0,00	FBVL	1,08
FHV	12,75	FBVL	0,05
FHV	6,16	FHV	2,34
FHV	0,00	FHV	0,73
FHV	10,12	FHV	2,31
FHV	0,00	FHV	1,81
FHV	4,65	FHV	0,75
FHV	10,00	FHV	0,99
FHV	0,00	FHV	1,31

Sites	Biomasse (t.ha ⁻¹)	Sites	Phytomasse comestible (t.ha ⁻¹)
FHV	7,63	FHV	1,13
FHV	49,72	FHV	2,15
FHV	37,19	FHV	0,62
FHV	27,57	FHV	0,05
FHV	77,11	FHV	0,26
FHV	0,00	FHV	1,67
FHV	0,00	FHV	0,96
FHV	64,21	FHV	0,58
FHV	16,79	FHV	2,32
FHV	45,94	FHV	0,14
FHV	5,16	FHV	1,51
FHV	3,68	FHV	0,27
FHV	102,63	FHV	1,43
FHVL	159,14	FHV	0,11
FHVL	0,00	FHV	0,24
FHVL	0,00	FHV	0,53
FHVL	0,00	FHV	0,45
FHVL	98,46	FHVL	0,16
FHVL	0,00	FHVL	1,30
FHVL	79,90	FHVL	0,47
FHVL	0,00	FHVL	0,36
FHVL	0,00	FHVL	0,41
FHVL	43,72	FHVL	0,21
FHVL	34,63	FHVL	0,09
FHVL	0,00	FHVL	0,11
FHVL	36,39	FHVL	0,23
FHVL	39,91	FHVL	0,61
FHVL	0,00	FHVL	0,16
FHVL	12,41	FHVL	0,21
FHVL	37,44	FHVL	0,06
FHVL	16,11	FHVL	0,68
FHVL	63,60	FHVL	1,64
FHVL	11,35	FHVL	1,53
FHVL	nd	FHVL	0,53
FHV	nd	FHVL	0,41
FHV	nd	FHVL	2,11
FHV	nd	FHVL	3,96
FBVL	nd	FHVL	1,32
FBVL	nd	FHVL	0,14
FBVL	nd	FHVL	0,09
FBVL	nd	FHVL	3,58
FBVL	nd	FHVL	0,59
FBVL	nd	FHVL	0,14
FBVL	nd	FHVL	0,14
FBVL	nd	FHVL	1,55
FBVL	nd	FHVL	0,55

Annexe 8.Productivité et nombre de cernes

Position	Site	Tronc et branche>1 cm (tMF.ha⁻¹)	Biomasse totale (tMF.ha⁻¹)	Nombre de cernes	Productivité tronc et branche (tMF.ha⁻¹an⁻¹)	Productivité totale (tMF.ha⁻¹an⁻¹)
Bas versant	FBV	85,5	152,25	30	2,85	5,08
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBV	12,5	35,75	55	0,23	0,65
Bas versant	FBV	475	583,5	60	7,92	9,73
Bas versant	FBV	15	20,5	15	1,00	1,37
Bas versant	FBV	17,75	27,75	25	0,71	1,11
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBV	117,5	123	50	2,35	2,46
Bas versant	FBV	4,75	12,75	20	0,24	0,64
Bas versant	FBV	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBVL	15	40	15	1,00	2,67
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBVL	24	47,5	30	0,80	1,58
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBVL	28,75	56,25	60	0,48	0,94
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBVL	86,25	97,5	30	2,88	3,25
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00
Bas versant	FBVL	100	118,75	42	2,38	2,83
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00

Position	Site	Tronc et branche>1 cm (tMF.ha⁻¹)	Biomasse totale (tMF.ha⁻¹)	Nombre de cernes	Productivité tronc et branche (tMF.ha⁻¹an⁻¹)	Productivité totale (tMF.ha⁻¹an⁻¹)
Bas versant	FBVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHV	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHV	7,5	13	45	0,17	0,29
Haut versant	FHV	0	0	20	0,00	0,00
Haut versant	FHV	3	5,25	25	0,12	0,21
Haut versant	FHV	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHV	4,5	10	15	0,30	0,67
Haut versant	FHV	60	80		0,00	0,00
Haut versant	FHV	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHV	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHV	92,5	111,25	60	1,54	1,85
Haut versant	FHV	75,5	98	20	3,78	4,90
Haut versant	FHVL	47,5	62,5	35	1,36	1,79
Haut versant	FHVL	42,25	54,75	30	1,41	1,83
Haut versant	FHVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHVL	15,75	19,375	30	0,53	0,65
Haut versant	FHVL	25	42,5	35	0,71	1,21
Haut versant	FHVL	18,75	27,5	20	0,94	1,38
Haut versant	FHVL	12,5	18,75	30	0,42	0,63
Haut versant	FHVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHVL	220	225	70	3,14	3,21
Haut versant	FHVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHVL	136,25	147,5	50	2,73	2,95
Haut versant	FHVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHVL	73,75	86,25	70	1,05	1,23
Haut	FHVL	0	0		0,00	0,00

Position	Site	Tronc et branche>1 cm (tMF.ha ⁻¹)	Biomasse totale (tMF.ha ⁻¹)	Nombre de cernes	Productivité tronc et branche (tMF.ha ⁻¹ an ⁻¹)	Productivité totale (tMF.ha ⁻¹ an ⁻¹)
versant						
Haut versant	FHVL	0	0		0,00	0,00
Haut versant	FHVL	36,25	56	30	1,21	1,87
Haut versant	FHVL	41	57,25	30	1,37	1,91
Haut versant	FVH	168,375	205,875	50	3,37	4,12

Annexe 9. Production et productivité en tronc et branche propices à la fabrication de charbon

Sites	Rapport Dch/D	Productivité en tronc et branche >1 cm des espèces charbonnières (t/ha/an)	Tronc et branches >1 cm des espèces charbonnières (t/ha)
FBV	0,50	0,51	19,65
FBV	0,89	0,91	34,93
FBV	0,76	0,77	29,69
FBV	0,86	0,88	33,78
FBV	0,86	0,87	33,68
FBV	0,21	0,21	8,19
FBV	0,94	0,96	36,98
FBV	0,83	0,84	32,46
FBV	0,70	0,71	27,50
FBV	0,43	0,44	16,84
FBVL	0,46	0,29	18,13
FBVL	0,23	0,14	8,93
FBVL	0,57	0,36	22,45
FBVL	1,00	0,64	39,29
FBVL	0,10	0,07	4,06
FBVL	0,75	0,48	29,47
FBVL	0,48	0,31	19,00
FBVL	0,63	0,40	24,56
FBVL	1,00	0,64	39,29
FBVL	0,63	0,40	24,56
FBVL	0,83	0,53	32,74
FHV	0,83	0,64	30,57
FHV	0,33	0,26	12,23
FHV	0,07	0,05	2,50
FHV	0,83	0,64	30,31
FHV	0,79	0,61	28,83
FHV	0,06	0,05	2,37
FHV	0,46	0,36	16,93
FHV	0,16	0,13	5,97
FHV	0,64	0,49	23,44
FHV	0,24	0,18	8,74
FHVL	0,11	0,08	3,86
FHVL	0,76	0,60	28,06
FHVL	0,31	0,25	11,47
FHVL	0,93	0,73	33,99

Sites	Rapport Dch/D	Productivité en tronc et branche >1 cm des espèces charbonnières (t/ha/an)	Tronc et branches >1 cm des espèces charbonnières (t/ha)
FHVL	0,50	0,40	18,34
FHVL	0,20	0,16	7,34
FHVL	0,48	0,38	17,47
FHVL	0,02	0,02	0,80
FHVL	0,56	0,44	20,64
FHVL	0,43	0,34	15,87

RESUME

Ce projet a pour objectif de (1) décrire la filière charbon dans un terroir de la commune de Soalara, (2) d'identifier les effets des activités de fabrication de charbon de bois sur la végétation des pâturages qui est un fourré épineux et (3) d'estimer la quantité maximale de charbon pouvant être produite sans causer sa dégradation irréversible. Pour ce faire, des enquêtes auprès de la population locale et des relevés écologiques ont été entrepris. La majorité des ménages enquêtés (>80% ; N=56) pratiquent la fabrication de charbon de bois. Environ 41 000 sacs de charbons ont été produits dans le terroir en 2009. L'impact socio-économique de la filière charbon est positif puisqu'elle génère des revenus importants pour ses agents (producteur, transporteur et collecteur). Par contre, l'impact écologique est plutôt négatif puisque les activités charbonnières contribuent à réduire la densité d'arbres et d'arbustes de la végétation des fourrés épineux et sa richesse spécifique même si elles n'affectent pas trop sa disponibilité fourragère. De plus, la quantité de charbon produite (environ 820 t en 2009) dépasse la productivité de la végétation, estimée à 218 t.an⁻¹. Par conséquent, une dégradation du site de production actuel, se traduisant par la disparition des espèces charbonnières, arriverait dans 17 ans au plus tard, si le rythme de production actuel continue. Des mesures de réduction des pressions sur la végétation (professionnalisation des éleveurs, amélioration des rendements de carbonisation et réglementation et contrôle plus strict de la filière charbon) et d'augmentation de sa production et productivité (restauration) doivent être prises pour éviter cette dégradation irréversible qui à terme pourrait être dommageable à l'élevage de petits ruminants même si ce n'est pas encore le cas actuellement.

Mots clés : Biomasse ; Charbon ; Diversité floristique ; Filière ; Fourré épineux ; Madagascar ; Production ; Productivité ; revenu ; Toliara.